Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

Este libro es propiedad de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, y no podrá ser reproducido, ni en su totalidad ni en parte, por cualquier método o procedimiento, sin una autorización por escrito del titular de los derechos de autor. Las peticiones para tal autorización especificando la extensión de lo que se desea reproducir y el propósito que con ello se persigue, deberán enviarse al Director de Publicaciones, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.

© FAO 1975

PREPARACION DE ESTE DOCUMENTO

Este informe ha sido preparado por el Servicio de Planificación y Política, Departamento de Pesquerías, FAO, para fines de adiestramiento en la esfera de la estadística de pesquerías (aguas continentales), particularmente para que sirva de guía en la preparación de encuestas estadísticas pesqueras de gran alcance.

Distribución

FAO Departamento de pesca
FAO Division de estadistica
FAO Funcionarios regionales de pesquerias
FAO Proyectos de aguas continentales africanas
Otros proyectos pesqueros de la FAO,
Institutos especializados y determinados hombres de ciencia

Ficha bibliográfica

Bazigos, G.P. (1975)
Doc.Téc.FAO Pesca, (133):139 p.
Esquema de encuestas sobre estadisticas de pesca - aguas continentales

Fisheries statistics surveys - inland waters. Training courses covering: concepts, methods, techniques, applications. Fishermen, fishing gear, fishing craft. Frame surveys. Catch assessment surveys. Fishing industry - economics, labour. Sampling and sampling designs. Data processing, field operations control. Working sheets and instructions, examples. Selected bibliography - technical reports.

TESTIMONIO DE GRATITUD

El autor de un manual se ve obligado a dar las gracias a cuantas personas han tenido relación con el tema, y en mi caso me complazco en reconocer mi deuda de gratitud a todos cuantos me han facilitado datos durante la redacción de este manual que es el fruto de cinco años de experiencia en los grandes lagos africanos, donde están en marcha proyectos de la FAO.

Mi primera expresión de agradecimiento habrá de ir al Sr. C.H. Clay, Coordinador de la FAO en los proyectos de los lagos africanos, por la inagotable ayuda prestada en relación con mis asignaciones. He de agradecer también la asistencia de los directores de los proyectos de la FAO, la labor de mis homólogos africanos en el campo, así como al personal de campo que puso en práctica las encuestas muestrales, confío en que con éxito. Doy también las gracias a mi colega el Sr. Butler, de la FAO, Roma, con quien he tenido la suerte de trabajar y de analizar críticamente varios problemas técnicos.

Deseo tambien hacer constar mi agradecimiento al Sr. S.R. Coppola por su ayuda en los cálculos estadísticos que ha exigido la preparación del manual, y por último y no en menor grado, doy las gracias a la señorita Jessica Kwang por la paciencia con que ha mecanografiado los borradores y el texto definitivo de este trabajo.

PREFACIO

Dada la creciente importancia que van tomando los estudios científicos que se refieren a las aguas continentales, se hace cada vez más patente la necesidad de que el personal del servicio estadístico de pesquerías se cerciore de que está empleando métodos científicos en su labor de obtención de información estadística, información absolutamente indispensable para la buena administración de una pesquería, así como para el planeamiento, comercialización y otros aspectos del desarrollo de la pesca.

Queda fuera de los recursos de los países africanos, ayudados por los proyectos de la FAO, el recoger, año tras año, datos provenientes de cada una de las unidades económicas pesqueras en los lugares de aguas continentales del país. Afortunadamente, una encuesta muestral cuidadosamente planeada puede proporcionar la necesaria información, de la que se deduzcan lineamentos u orientaciones que el país necesita, y ello a un coste razonable que el país puede sufragar. Este manual trata de servir este propósito. El documento se ocupa de la aplicación de las técnicas de muestreo en los grados elemental (Parte I), intermedio (Parte II) y avanzado (Parte III). Concretamente, las partes I y II, constituyen el resumen de las conferencias pronunciadas con ocasión de los cursos desarrollados en países africanos sobre el sistema de encuestas de la encuestas muestrales de estadísticas pesqueras de gran alcance[1/]. En la parte III se presenta la aplicación de la teoría de muestreo en las encuestas estadísticas de pesca.

1/ Parte I y Parte II del manual se han publicado como un informe independiente: Cursos de instrucción sobre encuestas estadísticas de pesca (Aguas continentales), por G.P. Bazigos, UNDP/SF/ZAM.11, Marzo 1973

INDICE

Página

PARTE I: CURSO ELEMENTAL 1

1. INTRODUCCION 1

1.1 Finalidad de las encuestas estadísticas 1

2. CONCEPTOS ESTADISTICOS FUNDAMENTALES 2

2.1 Población de unidades 2
2.2 Población de características 2

3. PLANEAMIENTO DE UNA ENCUESTA ESTRUCTURAL 3

3.1 El por qué de una encuesta estructural 3
3.2 Planeamiento de una encuesta estructural (EE) 4

3.2.1 La longitud de la orilla de un lago 4
3.2.2 Estratificación de área 5
3.2.3 Los sitios de pesca (Unidades de Muestreo Primario, UMP) 5
3.2.4 La unidad económica pesquera (UEP) 6
3.2.5 Los componentes de una UEP 7

3.2.5.1 Pescadores 7
3.2.5.2 Equipo de pesca 7
3.2.5.3 Embarcaciones pesqueras 8

3.2.6 Los trabajos de campo de una Encuesta Estructural (EE) 8

3.2.6.1 El enfoque acuático 8
3.2.6.2 Cuestionario correspondiente a una EE (enfoque acuático) 9

3.2.7 El enfoque aéreo 9

3.2.7.1 Cuestionario de la encuesta (enfoque aéreo) 10

4. SIGNIFICADO DE LOS ERRORES DE COBERTURA 10

4.1 Fuentes de error (enfoque acuático) 10
4.2 Fuentes de error (enfoque aéreo) 11

5. PLANEAMIENTO DE UNA ENCUESTA DE VERIFICACION DE COBERTURA (EVC) 11

5.1 Introducción 11
5.2 Finalidad de una EVC 11
5.3 Preparación de una EVC 12

6. ENCUESTAS SOBRE EVALUACION DE CAPTURAS 13

6.1 Introducción 13
6.2 Preparación de una encuesta de evaluación de capturas (EEC) 14

6.2.1 Estratificación de áreas 14
6.2.2 Estratificación de los sitios de pesca dentro de las zonas limnológicas establecidas 14
6.2.3 Muestreo dentro de los sitios de pesca elegidos 14

6.3 Tipos de EEC 15
6.4 El período de referencia de las características de encuesta de las EEC 15
6.5 Establecimiento de listas 15

6.5.1 Lo que se ha de incluir en las listas 16
6.5.2 Forma de establecer las listas (principios generales) 16

INDICE

Página

6.6 Las entrevistas 16
6.6.1 Introducción 16
6.6.2 Cómo formular las preguntas 16
6.6.3 Algunas reglas a tener en cuenta en las entrevistas 17
6.6.4 Cómo concluir la entrevista 17
6.7 Medición efectiva 17
6.8 Cómo seleccionar una muestra de unidades de la segunda etapa 18
6.9 Documentos de base 18

APENDICE Ia - LOS DOCUMENTOS BASICOS DE UNA ENCUESTA ESTRUCTURAL 21

APENDICE Ib - LOS DOCUMENTOS BASICOS DE UNA ENCUESTA DE EVALUACION DE CAPTURAS 25

APENDICE Ic - EJERCICIOS 27

PARTE II: CURSO INTERMEDIO 29

7. INTRODUCCION 29
7.1 La estructura de una industria pesquera 29
7.2 División de una pesquería 29
7.3 La unidad económica pesquera (UEP) 30

8. ENCUESTAS DE MUESTREO EN ESTADISTICAS DE PESQUERIAS 30
8.1 Finalidad de las encuestas de muestreo 30
8.2 Tipos de estadísticas de pesca que se necesitan 30
8.2.1 Fase primaria (producción de pescado) 30
8.2.1.1 Encuesta Estructural (EE) 30
8.2.1.2 Encuesta de Evaluación de Capturas (EEC) 31
8.2.1.3 Encuesta de Coste y Beneficio (ECB) 31
8.2.2 Fase secundaria (elaboración) 32
8.2.2.1 Encuesta de elaboración del pescado 32
8.2.3 Fase terciaria (Organización de las ventas, "marketing") 32
8.2.3.1 Encuesta Estadística sobre Comercialización del pescado (EECP) 32

9. FUERZA LABORAL DE UNA INDUSTRIA PESQUERA 34
9.1 Determinación de la fuerza laboral 34
9.1.1 Población de clases trabajadoras 34
9.1.2 Población económicamente activa 34
9.1.3 Población económicamente activa por industria 34
9.2 Fuerza laboral por subsector de la industria 34
9.3 Fuerza laboral por tipo de actividad 35
9.4 Fuerza laboral del sector pesquero 35
9.4.1 Medición de la fuerza laboral pesquera 36
9.4.2 Clasificación de los pescadores 36

INDICE

Página

10. ERRORES DE RESPUESTA Y SUPERVISION 36
10.1 Errores de respuesta 36
10.1.1 Qué se entiende por errores de respuesta 36
10.1.2 Significado de "error individual de respuesta" y de "error total de respuesta" 37
10.1.3 Principales fuentes de los errores de respuesta 37
10.1.3.1 Forma de hacer las preguntas 37
10.1.3.2 Sondeo 37
10.1.3.3 Registro de la respuesta 37
10.1.3.4 Engaño 38
10.2 Supervisión 38
10.2.1 La tarea del supervisor 38
10.2.2 Supervisión en el campo 38

11. APRECIACION Y MUESTRA ALEATORIA (AL AZAR) 39
11.1 Muestra en contraposición a enumeración completa 39
11.2 Muestra de apreciación y muestra aleatoria 39
11.2.1 Muestra de apreciación 39
11.2.2 Muestra de probabilidad 40
11.3 Muestreo en espacio y en tiempo 40

12. PROCESO DE LOS RESULTADOS DE UNA ENCUESTA DE MUESTREO 41
12.1 Introducción 41
12.2 Preparación de textos 41
12.3 Cifrado (codificación) 41
12.4 Estimación 42
12.5 Tabulación 42
12.6 Preparación de informes 42

13. RELACION CUANTITATIVA ENTRE LAS VARIABLES FUNDAMENTALES 42
13.1 Introducción 42
13.2 Algunas variables estadísticas importantes 43
13.3 Relación cuantitativa entre las variables "X" e "Y" 44
13.3.1 Preparación de un diagrama de dispersión 44
13.3.2 La ecuación de regresión y = f(x) 44
13.3.3 Cálculo del coeficiente de regresión (método sencillo) 44
13.3.4 Significado del coeficiente "b" de regresión estimado 45
13.4 Relación cuantitativa entre las variables "U" y "W" 45
13.4.1 Formulación del problema 45
13.4.2 Diagrama de dispersión 46
13.4.3 Ecuación de regresión lineal u = f(w) 46
13.4.4 Significado del coeficiente "b" de regresión estimado 47

PARTE III: TECNICAS DE MUESTREO (CURSO AVANZADO) 49

14. IDEAS FUNDAMENTALES ACERCA DEL MUESTREO 49
14.1 Exactitud y precisión 49
14.2 Fuentes de error en las encuestas muestrales 50
14.2a Sesgo de la estimación 50
14.2b Selección de medias de estructuras de muestreo incompletas 51

INDICE

		Página
	14.2c No hay respuestas	51
	14.2d Otras fuentes de sesgo en el muestreo	51
	14.2e Errores de respuesta	51
	14.2f Errores de cobertura y de contenido	53
	14.2g Otras fuentes de sesgo que no provienen del muestreo	54
14.3	Error Medio Cuadrático (EMC)	54
14.4	Aplicación de los intervalos de confianza para detectar el sesgo (se prescinde de los errores de medición)	55
14.5	Métodos de "desesgado"	56
14.6	Costos de las encuestas estadísticas de pesquería	56
14.7	Integración de las encuestas de muestras	60
15.	TIPOS DE DISEÑOS DE MUESTRAS	60
15.1	Introducción	60
15.2	Muestreo Aleatorio Simple (MAS)	60
	15.2.1 Estimación de la media y total de la población (MAS)	61
	15.2.2 Error de muestreo de $\bar{y}$	62
	15.2.3 Error de muestreo de $\hat{Y}$	65
	15.2.4 Tamaño de la muestra	67
	15.2.5 Estimación de proporciones	68
	15.2.6 Estimación para un subgrupo	70
15.3	Muestreo estratificado	71
	15.3.1 Estimación de la media y del total de la población	72
	15.3.2 Asignación de la muestra total a los estratos	75
	15.3.3 Algunas propiedades de los estimadores	80
	15.3.4 Estimación del tamaño de la muestra	81
	15.3.5 Estimación de proporciones	82
	15.3.6 Asignación proporcional - X	84
	15.3.7 Construcción y número de estratos	85
15.4	Muestreo sistemático	85
15.5	Estimación de razón, o estimación proporcionada	87
	15.5.1 Empleo de la estimación de razón en la estimación de proporciones	90
	15.5.2 Empleo de la estimación proporcionada en el muestreo aleatorio estratificado	91
15.6	Estimación de diferencia	92
15.7	Estimación en el muestreo de probabilidad desigual	94
15.8	Muestreo en dos etapas	96
	15.8.1 Estimación en un muestreo de igual probabilidad	97
	15.8.2 Estimación en un muestreo de probabilidad desigual	99
	15.8.2.1 Sistema autoponderante	100
	15.8.3 Muestreo de dos etapas estratificado	101
15.9	Muestreo de área	101
16.	SUMATORIAS, TECNICAS DE ESPERANZA	102
16.1	Una sumatoria	102
16.2	Empleo de las sumatorias en estadística	107
	16.2.1 Suma de los valores numéricos de variables	107
16.3	Técnicas de esperanza	110
	16.3.1 Esperanza de algunas funciones estadísticas	111

INDICE

Página

APENDICE IIIa - TABLA DE NUMEROS ALEATORIOS 114

17. ANALISIS DE UN CASO: DISEÑO DE MUESTREO DE LA ENCUESTA DE EVALAUCION DE CAPTURAS (EEC) EN EL LAGO TANGANYIKA (TANZANIA) 117

17.1 Finalidad de la encuesta 117
17.2 El método de muestreo de la encuesta 117
17.3 Muestreo en espacio 117

17.3.1 Unidades de muestreo 117
17.3.2 La muestra de unidades de muestreo primario 118
17.3.3 La muestra de unidades económicas pesqueras (UEPs) 122

17.4 Muestreo en tiempo 122
17.5 El período de encuesta de la encuesta de evaluación de capturas (EEC) 122
17.6 Operaciones de encuesta 122

17.6.1 Personal de campo 122
17.6.2 Operaciones de campo - control 123
17.6.3 Documentos básicos 123
17.6.4 Operaciones de proceso (tratamiento) de datos 124

APENDICE IIIb - FORMULARIOS UTILIZADOS PARA LA ENCUESTA DE EVALUACION DE CAPTURAS (EEC) 125

APENDICE IIIc - HOJAS DE TRABAJO 01 Y 02 (WS:01, WS:02) E INSTRUCCIONES PARA COMPLETARLAS 130

LISTA DE INFORMES TECNICOS 137

PARTE I: CURSO ELEMENTAL

1. INTRODUCCION

1.1 Finalidad de las encuestas estadísticas

En su más amplio sentido una "encuesta estadística" tiene por objeto recopilar información (datos) para satisfacer una necesidad definida. La necesidad de recoger datos surge en todas las esferas de actividad humana que puedan concebirse. A continuación se dan algunos ejemplos, de campos seleccionados:

1. Población humana: En la actualidad, la mayoría de los gobiernos recogen información regularmente acerca de:

   (a) Número total de personas

   (b) Dónde viven estas personas (v.g. villas, áreas rurales, etc.)

   (c) Sexo y edad de estas personas

   (d) Su nivel de educación, etc.

   Estos datos los precisan los respectivos países a fin de determinar sus necesidades futuras en materia de alimentos, vestido, escuelas, instalaciones de recreo, etc.

2. Trabajo: Como el trabajo (fuerza laboral) es la fuente clave de la producción, se recopilan datos sobre el número de personas dedicadas a actividades económicas, número de horas de trabajo, etc. Se observa, además, que los sueldos y salarios que se pagan a los trabajadores determinan el nivel de vida y la demanda de mercancías y servicios.

3. Industria: No menos importante resulta la compilación de datos en el sector industrial. Algunos de los datos que hacen falta son el número de empresas industriales y su categoría, el número de personas que trabajan en ellas, la cantidad de materias primas consumidas, así como el grado de producción de mercancías.

4. Agricultura: Dado el aumento de población, resulta cada vez más importante el evaluar los recursos agrícolas de un país. Algunos de los datos que hacen falta para cualquier programa planificado de desarrollo nacional son: terreno dedicado a la agricultura, extensiones bajo diferentes cosechas, zonas de pastos y de bosques, producción de cereales, frutas, etc., así como el número y calidad de la ganadería.

5. Pesca: "La pesquería es el cauce entre el pez en las aguas continentales (mares) y el lugar de mercado del interior, y reacciona de modo sensible a los estímulos provenientes de ambos lados; a cambios en las condiciones de suministro en las aguas continentales (mares), y a cambios en las condiciones de demanda en las pescaderías ..."

Para administrar satisfactoriamente una pesquería, así como para planificación, comercialización ("marketing"), y otros aspectos del desarrollo pesquero, se necesita información sobre capturas de peces, y sobre el esfuerzo inherente a la obtención de tales capturas.

Resulta oportuno hacer constar que por lo que toca a gerencia de las pesquerías, corrientemente existen dos problemas:

1. Hay algunas pesquerías que se explotan intensamente y, por lo tanto exigen cierto grado de administración o regulación a fin de que de ellas pueda obtenerse el máximo rendimiento en régimen continuo sin que se agoten los recursos.

2. Puede haber poblaciones de peces, especialmente más allá del alcance de las operaciones actuales de pesca, que estén insuficientemente explotadas o no explotadas en absoluto, y basándose en ellas pueden desarrollarse pesquerías.

2. CONCEPTOS ESTADISTICOS FUNDAMENTALES

2.1 Población de unidades

Se llama "población de unidades" un agregado de objetos bien definidos. Ejemplos:

1. Número total de personas en un aula (local de clases) - (unidad de población = persona en el aula)

2. Número total de pescadores en el lago Victoria (unidad de población = pescador en el lago Victoria)

3. Número total de firmas en E.A.C. (unidad de población = firma en E.A.C.)

En las encuestas estadísticas la definición de "población de unidades" que se halla bajo estudio, implica:

1. La definición de la unidad de la población

2. La limitación geográfica de la población

3. La fijación de límites que no sean los puramente geográficos, v.g. en una encuesta socio-económica en la zona de Nairobi, podemos decidir que la gente que viva en instituciones tales como prisiones, establecimientos para enfermos mentales y hospitales, deberían excluirse de la encuesta.

2.2 Población de características

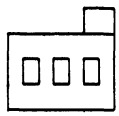
Cada unidad de una "población de unidades" lleva en sí cierto número de características. Ejemplos:

1. En el caso de una "población humana" cada unidad de la población posee un gran número de características, a saber:

Población de características

- Sexo
- Edad
- Peso
- Renta (ingresos)
- Religión etc.

2. En el caso de una población de firmas industriales, cada unidad de población posee un buen número de características, a saber:



- Número de empleados
- Maquinaria utilizada
- Primeras materias utilizadas
- Producción de bienes (mercancías) etc.

3. En el caso de una población de peces, cada unidad de la población posee un buen número de características, a saber:

- Sexo
- Peso
- Longitud
- Edad etc.

Conviene observar que en una "población de características" dada, algunas de las características son "cuantitativas" y otras "cualitativas".

Las características cuantitativas son mensurables (la edad, por ejemplo, es una característica mensurable - ¿Qué edad tiene usted? 35 años, etc.).

Las características cualitativas no son mensurables, no son susceptibles de medición (el idioma, por ejemplo, es una característica inmensurable - ¿Qué idioma habla usted? Hablo inglés, etc.).

3. PLANEAMIENTO DE UNA ENCUESTA ESTRUCTURAL

3.1 El por qué de una encuesta estructural

La encuesta estructural viene a ser una encuesta de inventario. En virtud de esta encuesta, se recogen elementos de información (datos), acerca de cierto número de características fundamentales que se necesitan para evaluar la magnitud y estructura de una industria pesquera. Corrientemente, este tipo de encuesta abarca las partidas siguientes:

1. Extensión y distribución de área de los sitios de pesca

2. Número de barcas de pesca (por tipos)

3. Magnitud y composición de la fuerza laboral pesquera (itinerario migratorio de los pescadores)

4. Artes de pesca que poseen (por tipos)

5. Centros de suministro de los bienes capitales de los pescadores

Al propio tiempo, puede recogerse alguna información relativa al tratamiento del pescado (proceso de transformación o elaboración) y organización del mercado.

El resultado de una encuesta estructural puede servir, entre otras cosas, para establecer la "estructura de muestreo" de la población que se va a analizar. La estructura de muestreo establecida se usa principalmente para la selección de muestras de diversas encuestas que se refieran a la misma población.

3.2 Planeamiento de una encuesta estructural (EE)

Las fases por las que debiera pasar el planeamiento de una encuesta estructural en aguas continentales pueden clasificarse, en líneas generales, como sigue:

3.2.1 La longitud de la orilla de un lago

La longitud del borde de un lago objeto de estudio, puede considerarse como una de las características que deberán medirse durante el planeamiento de la encuesta. Esta información puede obtenerse de los "mapas topográficos" existentes. Un mapa topográfico es aquél que representa los detalles de la campiña.

Los mapas topográficos pueden dividirse en dos grupos:

1. Mapas en escala pequeña
2. Mapas en escala grande

Los mapas en escala pequeña son los que tienen una escala de millas referidas a la pulgada, v.g., 1 pulgada = 2 millas, o 1 pulgada = 8 millas. En cambio, los mapas en escala grande son los que tienen una escala de pulgadas referidas a una milla, v.g., 6 pulgadas = 1 milla[1/]. Nota: Medir la distancia entre dos puntos es relativamente fácil. Tómese la distancia sobre el mapa con una regla, y mídase esta distancia en la escala gráfica dispuesta en la base del mapa.

Conviene observar que en ciertos lagos (lagos artificiales) la longitud de las orillas del lago es, entre otras cosas, función del nivel del lago. Como el nivel del agua no es constante a través del tiempo, tampoco lo es la longitud de las orillas - así, la declaración acerca de la longitud de las orillas o bordes del lago, debiera indicar a qué altura de nivel de agua se hizo la medición, a fin de que tenga pleno significado.

1/ En países que emplean el sistema métrico, las unidades son el centímetro y el kilómetro

3.2.2 Estratificación de área

Es práctica corriente durante el proceso de proyecto de una encuesta estructural, dividir la extensión que se considera en cierto número de áreas más pequeñas, que en este estudio denominaremos "estratos". Los trabajos de campo relativos a la encuesta tienen lugar dentro de los estratos establecidos. La experiencia demuestra que este procedimiento simplifica la labor del personal de campo y, al propio tiempo, mejora la calidad de los resultados obtenidos.

Para fines de estratificación pueden seguirse varios criterios:

1. Puede dividirse arbitrariamente un lago en tres partes:

   Estrato 1: parte meridional del lago
   Estrato 2: parte central
   Estrato 3: parte septentrional

2. Un lago puede dividirse en cierto número de porciones (estratos) que deberían ser de igual tamaño en lo tocante a longitud de los bordes u orillas.

3. En los casos en que se disponga de información suplementaria, proveniente de otros estudios que guarden relación con el que se emprende (limnológicos, biológicos), tales datos pueden utilizarse para una debida estratificación del lago.

3.2.3 Los sitios de pesca (Unidades de Muestreo Primario, UMP)

En las aguas continentales en que tiene lugar la pesca, la población se concentra en "sitios de pesca", que en este trabajo denominaremos Unidades Primarias de Muestreo. Concretamente, un sitio de pesca puede considerarse que consta de dos "unidades estadísticas":

1. "Area residencial", donde viven los pescadores
2. "Embarcadero" o "playa de base", donde los pescadores guardan sus embarcaciones pesqueras (canoas locales)

Además, teniendo en cuenta la "movilidad" de los pescadores, los sitios de pesca pueden clasificarse como sigue:

1. Sitios permamentes de pesca
2. Campamentos de pesca

Desde el punto de vista estadístico, un sitio de pesca puede considerarse como "permanente" si los pescadores viven en él durante un largo período de tiempo (es decir, más de un año), y no tienen intención de irse a otro sitio, al menos en un futuro inmediato.

Un campamento de pesca es un lugar donde viven los pescadores durante un período de tiempo relativamente corto y tienen la intención, bien sea de regresar a su base de pesca o de trasladarse a otro lugar.

La información respecto a la situación de permanencia de un sitio de pesca puede recogerse fácilmente mediante preguntas especiales en el cuestionario de una EE. Corrientemente, la información requerida se obtiene del jefe de los pescadores:

1. ¿Desde cuándo está usted en este sitio de pesca?
2. ¿Piensa usted moverse de aquí?

Sí ☐ 1 No ☐ 2

En caso afirmativo: a) cuándo .....

b) dónde piensa ir .....

Aparte el problema de clasificar el sitio de pesca como sitio permanente o como campamento, hay que decidir si se divide, o no se divide, un poblado de varias agrupaciones en lugares independientes, o se trata como una unidad.

Los criterios que siguen pueden ser útiles al analizar el problema:

1. Distancia material entre los lugares
2. Reconocimiento de uno o más jefes
3. Diferencia, o no, de nombre

En función del carácter de estos factores debería tomarse la decisión de tratar el poblado de varias agrupaciones como una unidad o como varias unidades independientes.

Un sitio de pesca de cualquier tipo puede contar con uno o más embarcaderos. Corrientemente, los sitios de pesca pequeños tienen una pequeña playa que sirve a toda la unidad, mientras que los sitios de pesca extensos pueden tener varias playas distintas con funciones diferentes, por ejemplo, embarcadero de canoas locales, carga de canoas que vayan al mercado o lanchas de transporte.

3.2.4 La Unidad Económica Pesquera (UEP)

La producción total de una industria pesquera (por lo que toca a un estudio económico) es el resultado de las operaciones de las unidades económicas de pesca, durante un período de tiempo dado. Concretamente, en nuestro caso las unidades económicas pesqueras caen dentro de dos categorías:

1. Unidad pesquera usual (UPU), que consta de embarcaciones pesqueras, artes de pesca y pescador (es) para realizar las faenas de pesca.

2. Unidad pesquera menor (UPM), que es una unidad integral compuesta de artes de pesca y pescadores (sin embarcaciones pesqueras) para realizar faenas de pesca

Convendría hacer notar que si se toma como criterio de estratificación la propiedad de la unidad, la unidades económicas pesqueras pueden dividirse en:

1. Unidades de propiedad privada
2. Unidades agrupadas en consorcio
3. Unidades de cooperativa

3.2.5 Los componentes de una Unidad Económica Pesquera (UEP)

3.2.5.1 Pescadores

Un pescador es una persona dedicada a la faena efectiva de captura o cria de recursos acuáticos. Por lo tanto, los familiares u otras personas que ayudan en las labores referentes a las faenas de pesca, tales como descarga del pescado, reparación de redes, elaboración, etc., quienes no participan en las faenas de pesca, no se consideran como pescadores.

Los pescadores pueden clasificarse en lo tocante a "categoría del empleo" como:

1. Pescadores propietarios de embarcaciones
2. Pescadores que sólo poseen equipo (artes de pesca)
3. Ayudantes

Otra clasificación puede ser de acuerdo con el "tiempo que emplean en la pesca" durante el año:

1. Pescadores de dedicación completa
2. Pescadores de dedicación parcial
3. Pescadores eventuales

3.2.5.2 Equipo (artes) de pesca

Un requisito principal en las observaciones de la pesca es que debería haber una identificación y descripción correctas de los artes de pesca que posea una unidad económica, así como de los procedimientos que use.

Los artes de pesca y los procedimientos que se emplean en los países africanos (pesquerías continentales) pueden dividirse en dos grupos principales:

1. Procedimientos de pesca en pequeña escala, v.g. trampas, nasas, anzuelos, etc.
2. Procedimientos de pesca comerciales, v.g. red de enmalle fija, red fija, redes de mano, etc.

Conviene advertir que los usuarios de los resultados de las encuestas estadísticas pesqueras, deberían tener presente las diferencias que existen entre las cuatro distintas magnitudes de artes de pesca:

1. Número de artes de pesca que posee una UEP
2. Número de artes de pesca colocados (en una faena pesquera)
3. Número de artes de pesca, del número colocado, que fueron inspeccionados
4. Número de artes de pesca, de entre los inspeccionados, que capturaron pescado

3.2.5.3 Embarcaciones pesqueras

Desde el punto de vista económico, el tamaño y tipo de las embarcaciones de pesca que posee una unidad económica, corresponde a la magnitud del capital invertido por la unidad. En nuestro caso, las embarcaciones tradicionales de pesca son (ejemplo):

Canoa-Sesse
Canoa-Dugout
Canoa-Tomarica
Canoa-Karua etc.

3.2.6 Los trabajos de campo de una Encuesta Estructural (EE)

En líneas generales, la finalidad principal de los "trabajos de campo" de una encuesta estructural es obtener los puntos de información requeridos sirviéndose de métodos que fueron desarrollados durante el proceso diseñador de la encuesta.

Por lo que se refiere a los trabajos de campo de una encuesta estructural en aguas continentales, se han desarrollado los tres métodos que siguen:

1. Método 1 - Enfoque acuático
2. Método 2 - Enfoque aéreo
3. Una combinación de los dos métodos anteriores

3.2.6.1 El enfoque acuático

En el llamado "enfoque acuático" la tarea principal del "grupo de trabajo" (observador + ayudante + lancha rápida) puede resumirse como sigue:

1. Efectuar, milla por milla, una encuesta de campo (dentro de cada estrato establecido).

2. Durante la excursión el observador habrá de seguir los detalles de la orilla, comprobando con el mapa topográfico. Sirviéndose de prismáticos tiene que anotar exactamente todos los sitios de pesca que vaya encontrando, sitios que localizará cuidadosamente en el mapa topográfico.

3. El grupo tiene que desembarcar en cada uno de los sitios de pesca detectados y, siguiendo las instrucciones, recoger los elementos de información solicitados.

Corrientemente, puede usarse uno cualquiera de los tres procedimientos que siguen:

1. Los elementos de información se obtienen entrevistando al jefe de los pescadores y a otras personas competentes de los sitios de pesca abarcados por la encuesta.

2. Los elementos de información se obtienen mediante una encuesta, componente por componente, en el área residencial de los sitios de pesca que comprenda la encuesta.

3. Una combinación de los dos métodos anteriores.

Conviene observar que la eficacia de una encuesta estructural fundada en el enfoque acuático depende del tiempo que se necesite para concluir los trabajos de campo. No hay que olvidar que, en las aguas continentales, las unidades económicas de pesca tienen un alto grado de movilidad.

3.2.6.2 El cuestionario correspondiente a una EE (enfoque acuático)

Los principios usados en el proceso diseñador del cuestionario correspondiente al enfoque acuático, pueden resumirse como sigue:

1. El cuestionario debería dividirse en dos partes:
   (a) encabezamiento del cuestionario
   (b) cuerpo del cuestionario

2. Las preguntas que se formulen en el cuerpo del cuestionario deberían agruparse en categorías coherentes

3. Todas las preguntas han de numerarse mediante un "sistema de numeración" adecuado

4. Para identificar los emplazamientos de las pesquerías, ha de emplearse un "sistema de clave"

El formulario F1 del Apéndice Ia constituye un ejemplo del formato del cuestionario usado (enfoque acuático, método 1), en las encuestas estructurales de un gran lago.

3.2.7 El enfoque aéreo

Este procedimiento supone la exploración desde el aire, a lo largo de las orillas del lago que se investiga. La encuesta tiene por objeto:

1. Detectar todos los sitios de pesca a lo largo de los bordes u orillas del lago

2. Fijar debidamente, en los mapas topográficos existentes, los sitios de pesca que se vayan descubriendo

3. Obtener una estimación del tamaño de cada sitio de pesca, en función del número de "embarcaciones vistas" y de "casas vistas"

La experiencia demuestra que:

1. La vista desde el aire revela la distribución de los sitios de pesca en la periferia del lago

2. No hay problemas serios por lo que se refiere a la debida localización de los sitios de pesca en el mapa topográfico

3. La computación tiene cierto número de ventajas, así como algunos inconvenientes:

Este procedimiento tiene cierto número de ventajas, así como algunos inconvenientes:

Ventajas:

1. En un corto período de tiempo puede establecerse una estructura de área de los sitios de pesca (número de sitios de pesca, distribución de área, extensión (en función de las embarcaciones pesqueras vistas)).

2. Proporciona una indicación de la importancia de las diversas regiones del lago que se estudia, en función de la concentración de las embarcaciones pesqueras.

3. La estructura de área establecida puede utilizarse para la selección de las muestras de otras encuestas que abarquen la misma población.

4. Estos datos pueden usarse también para realizar los trabajos de campo de una encuesta estructural basada en el "enfoque acuático" que abarque la misma población, más eficiente en cuanto a tiempo y esfuerzo.

Inconvenientes:

1. Este procedimiento no permite conocer el tipo de sitios de pesca, v.g., sitio permanente, campamento pesquero, etc.

2. No hay oportunidad de obtener información acerca de otras características definidoras de la industria pesquera

3. Conviene siempre verificar la calidad de este procedimiento por medio de técnicas apropiadas

3.2.7.1 El cuestionario de la encuesta (enfoque aéreo)

Para la obtención de la información necesitada, se usa un cuestionario relativamente sencillo. En el Apéndice Ia aparece el formulario F2, que es el modelo del cuestionario usado en este caso.

4. SIGNIFICADO DE LOS ERRORES DE COBERTURA

4.1 Fuentes de error (enfoque acuático)

Desde el punto de vista del muestreo, podrían ocurrir los siguientes tipos de errores de cobertura, durante los trabajos de campo de una encuesta estructural (enfoque acuático):

1. Omisiones de sitios de pesca: La omisión de sitios de pesca es uno de los errores más graves en las encuestas estructurales. Este tipo de error afecta tanto al número total de sitios de pesca existentes en la zona que se estudia, como al número total de unidades de pesca existentes y a sus componentes (embarcaciones pesqueras, pescadores, artes de pesca).

   La experiencia demuestra que los observadores de una encuesta estructural no atribuyen ningún peso al tamaño de la unidad abarcada por la encuesta. Así pues, la probabilidad de omisión de un sitio de pesca pequeño es igual a la probabilidad de omisión de un sitio de pesca mediano o grande. Esta fuente de error conduce a una grave subestimación de las características de la encuesta.

Las principales fuentes de omisión de sitios o lugares de pesca pueden atribuirse a:

(a) Descuido del observador

(b) Causas naturales (v.g., camuflage de un sitio de pesca por una densa franja de arbolado, etc.)

2. Errores de computación: Cobertura incompleta de las unidades económicas pesqueras dentro de los sitios de pesca abarcados por la encuesta. Estos errores afectan al tamaño de los sitios de pesca (subestimación).

Esta fuente de error es atribuible principalmente a descuido del observador.

3. Inclusiones erróneas: Otro tipo de error se refiere a la inclusión en la encuesta de aldeas puramente agrícolas, o bien de otras clases de unidades que no están abarcadas por la encuesta estructural. Estos clases de errores aumentan artificialmente el tamaño de la población que se estudia.

Est fuente de error se atribuye principalmente a inexperiencia y descuido del observador.

4.2 Fuentes de error (enfoque aéreo)

A continuación se indican tipos de errores que ocurren en el proceso de cómputo llevado a cabo desde el aire:

1. Omisiones de sitios de pesca - concretamente, de pequeño tamaño

2. Errores de computación - errores en el proceso de contar las canoas pesqueras dentro de los sitios de pesca abarcados por la encuesta. Concretamente, los errores de computación en una encuesta efectuada en vuelo constan de dos componentes:

   (a) Omisiones de canoas pesqueras que no pueden verse desde el aire

   (b) Inclusión de canoas que no son de pesca y de canoas abandonadas

5. PLANEAMIENTO DE UNA ENCUESTA DE VERIFICACION DE COBERTURA (EVC)

5.1 Introducción

En años recientes, las encuestas de verificación de cobertura constituyen una característica regular de las encuestas estructurales en aguas continentales. En estas encuestas de verificación se usan técnicas modernas.

5.2 Finalidad de una encuesta de verificación de cobertura

El objeto principal de una encuesta de este tipo es detectar y estimar la magnitud de los errores de cobertura, v.g., omisiones e inclusiones erróneas de sitios de pesca, omisiones e inclusiones erróneas de unidades económicas de pesca, que se produzcan durante los trabajos de campo de una encuesta estructural.

En términos generales, el número total de unidades de encuesta que comprende una encuesta estructural se compone de dos partes:

$$P = P_1 + P_2$$

donde

P = Número global de unidades abarcadas por la encuesta

P_1 = Inclusiones erróneas

$P_2 = P - P_1$ = inclusiones correctas

Por otra parte, el número total de unidades de encuesta que hay en la población que se analiza puede escribirse:

$$P = P_2 + P_3$$

donde P_3 es el número de unidades omitidas en el proceso de medición de la encuesta estructural. Bajo estas circunstancias, el principal objetivo de la encuesta de verificación es estimar el tamaño de las magnitudes P_1 y P_3.

5.3 Preparación de una encuesta de verificación de cobertura

Este tipo de encuestas consisten en estudios intensivos basados en muestras relativamente pequeñas, y en ellos se hace todo lo posible por alcanzar el nivel de rendimiento máximo. En nuestro caso, los principales factores que intervienen pueden resumirse como sigue:

1. El trabajo de campo de la encuesta lo lleva a cabo el mejor personal de la encuesta estructural

2. Al "grupo de observación se le dan instrucciones para que efectúe una encuesta, milla por milla, en las zonas de la extensión seleccionada

3. Los elementos de información acerca de las características de la encuesta se obtienen a base de entrevistas intensivas

4. Al "grupo de observación" se le proporciona toda la ayuda posible a fin de garantizar que su labor en el campo será eficiente

Por estas y otras razones, los resultados de la encuesta de verificación de cobertura son más fiables que los de la encuesta estructural inicial. Se puede, pues, suponer que los errores en este tipo de encuestas se reducen al mínimo.

Una encuesta de verificación de cobertura proporciona las estimaciones siguientes:

1. Estimación del número de sitios de pesca omitidos (y por grupos de mayor tamaño)

2. Estimación del número total de unidades económicas de pesca omitidas (y sus componentes)

3. Estimación del número de sitios de pesca, erróneamente cubiertos (incluídos)

4. Estimación del número de unidades erróneamente incluídas

Para la evaluación de las omisiones, inclusiones erróneas de sitios de pesca en una encuesta estructural, se puede usar el siguiente modelo (ejemplo):

EE	EVC		
	Sí	No	Total
Sí	A	B	A + B
No	C	(D)	C + (D)
TOTAL:	A + C	B + (D)	A + B + C + (D)

donde,

A = Sitios de pesca que fueron incluídos en la encuesta estructural y en la de verificación

B = Sitios de pesca que figuran en la encuesta estructural pero no en la de verificación. Por lo demás, B puede subdividirse en dos partes:

$$B = B_1 + B_2$$

donde,

B_1 = Inclusiones correctas en la encuesta estructural (omisiones en la de verificación)

B_2 = Inclusiones erróneas en la encuesta estructural

C = Sitios de pesca que han sido incluídos en la encuesta de verificación pero no en la estructural (omisiones en la estructural)

D = Sitios de pesca que han sido omitidos en ambas encuestas (D es una incógnita a menos que se lleve a cabo una encuesta de verificación)

Errores de computación dentro de los sitios de pesca abarcados por la encuesta estructural, se descubren cotejando los datos de los sitios de pesca identificados en ambas encuestas (estructural y de verificación).

6. ENCUESTAS SOBRE EVALUACION DE CAPTURAS (EEC)

6.1 Introducción

Las estadísticas de captura de peces constituyen un valioso elemento para la buena administración de una pesquería, así como para planificación, organización del mercado y otros aspectos del desarrollo pesquero.

La compilación de estas estadísticas partiendo de pesquerías africanas de agua dulce es una tarea compleja. Con frecuencia, los pescadores están desparramados a lo largo de millares de millas de orillas de lagos y, no pocas veces, desembarcan sus capturas en cientos de sitios. Además, varias tribus operan en pesquerías de un lago, y como sus técnicas y capacidades pesqueras varían considerablemente, no hay uniformidad en la economía. Durante el año hay bastante movilidad de los pescadores alrededor de las orillas del lago. Finalmente, la producción del lago se halla sujeta a variaciones regionales, y también estacionales, durante el año. Como la población está sujeta a cambio, una encuesta llevada a cabo en una sola ocasión o con carácter estático, no puede por sí sola proporcionar una estimación fiable de la producción pesquera anual, ni dar información acerca de la naturaleza y rapidez de tal cambio.

6.2 Preparación de una Encuesta de Evaluación de Capturas (EEC)

De lo anterior se desprende que durante el proceso de preparación de una encuesta de evaluación de capturas, deberán tenerse en cuenta cierto número de factores.

6.2.1 Estratificación de áreas

Es bien sabido que la productividad del lago es función de las condiciones limnológicas que prevalezcan, y que estos factores no son los mismos a lo largo del lago. Si el encargado de la encuesta trata de asegurar que en la muestra se hallen adecuadamente representados los diferentes tipos de zonas limnológicas, debiera estratificar el área que analiza utilizando como criterios de estratificación los factores limnológicos. La experiencia demuestra que esta clase de estratificación aumenta la representatividad y precisión de la muestra.

6.2.2 Estratificación de los sitios de pesca dentro de las zonas limnológicas establecidas

A fin de sacar toda la ventaja de posibles ganancias debidas a la estratificación, la preparación de la muestra demanda una estratificación adecuada de los sitios de pesca que se hallen en las zonas limnológicas establecidas. La variación entre zonas limnológicas (respecto a cualquier variable) puede reducirse considerablemente si se dividen en grupos (estratos menores) los sitios de pesca de cada zona limnológica, tomando como criterio de estratificación su tamaño (es decir, número de embarcaciones). Para fines de muestreo, dentro de cada estrato menor establecido debería elegirse cierto número de sitios de pesca.

6.2.3 Muestreo dentro de los sitios de pesca elegidos

Dentro de cada sitio de pesca seleccionado, uno puede decidir compilar información de todas las unidades económicas de pesca del sitio de pesca, o seleccionar una pequeña muestra de unidades económicas pesqueras para ulterior investigación. Las modernas técnicas de muestreo sugieren que la segunda solución es la mejor por lo que toca a coste y precisión.

6.3 Tipos de encuestas de EEC

Tomando como criterio de clasificación el procedimiento de medición utilizado para recoger información, las encuestas de evaluación de capturas pueden clasificarse en tres tipos:

1. Encuestas basadas en entrevistas
2. Encuestas que implican mediciones efectivas
3. Encuestas de tipo mixto

En las encuestas tipo 1 los elementos de información requeridos se obtienen entrevistando a los respectivos pescadores, es decir, se registran en un formulario normalizado las respuestas a una serie de preguntas. Es evidente que la fiabilidad de los resultados de la encuesta depende de la memoria del entrevistado y, por supuesto, de su disposición a proporcionar información verdadera.

En las encuestas tipo 2 la información se obtiene por medición real de los desembarcos. En este tipo de encuesta, la fiabilidad de los resultados no está afectada por la actuación del interrogado (errores de memoria, etc.).

6.4 El período de referencia de las características de encuesta de EEC

Se creía erróneamente en el pasado que la información relativa a las partidas abarcadas por una encuesta de evaluación de capturas debería recogerse durante el transcurso del año. No obstante, este criterio difícilmente puede justificarse con arreglo a las modernas técnicas de muestreo.

Si estamos en condiciones de determinar el período de referencia "óptimo" de las características que se estudian, pueden obtenerse resultados sumamente fiables, con un mínimo de coste y de esfuerzo. Ha sido demostrado que dentro de las varias estaciones (temporadas) de un año de pesca, el período de referencia óptimo de las características de encuesta tiene un ciclo de tres a siete días. En tal caso la ampliación del período de referencia, por ejemplo, desde tres días hasta un mes o hasta un trimestre, daría como resultado la mera repetición del ciclo, lo cual significa que el error de muestreo no resultaría afectado de modo significativo, mientras que el coste y la calidad de la encuesta resultarían afectados grandemente

6.5 Establecimiento de listas

La preparación de listas de las unidades de encuesta dentro de los sitios pesqueros de muestra, es una función importante en los casos en que en nuestras encuestas se vayan a utilizar procedimientos de muestreo modernos. La información obtenida puede emplearse:

1. Para la selección de nuestras muestras dentro de los sitios pesqueros de muestra
2. Para proporcionar una estimación respecto al patrón de movilidad de los pescadores

6.5.1 Lo que se ha de incluir en las listas

Dentro de cada lista de sitios pesqueros de muestra, debería indicarse:

1. Pescadores propietarios de embarcaciones (por tipos)
2. Pescadores que únicamente poseen equipo (artes) de pesca

6.5.2 Forma de establecer la lista (principios generales)

Las partes principales de una lista estadística son:

1. El encabezamiento de la lista
2. El cuerpo de la lista

Por establecimiento de una lista se entiende escribir en formularios (listas) preparados, los detalles de identificación de todas las unidades de investigación comprendidas en el sitio pesquero de muestra.

Es importante que la lista sea:

1. Completa: en el sentido de que abarque la totalidad de las unidades que han de analizarse
2. Exacta: es decir, que la información referente a cada unidad incluída en el formulario esté exenta de errores

Reglas para confeccionar la lista:

1. Inscribir cada unidad en una línea separada
2. No saltarse ninguna línea dentro del cuerpo de la lista
3. Inscribir cada unidad solamente una vez
4. Si existen dudas, hágase constar en la columna de observaciones
5. Numerar las páginas adicionales, e insertar el número de clave del sitio de pesca

6.6 Las entrevistas

6.6.1 Introducción

Una entrevista (EEC, tipo 1) implica un encuentro entre dos personas: el interrogador y el que responde (el pescador). Además, se empleará(n) el (los) respectivo(s) cuestionario(s) para obtener del interrogado los elementos de información que se requieran.

6.6.2 Cómo formular las preguntas

El modo en que se formulen las preguntas es asunto de gran importancia, porque es esencial que se recojan datos de todos los entrevistados de una manera uniforme. Así pues, los interrogadores deberán formular las preguntas del mismo modo y en el orden prescrito.

6.6.3 Algunas reglas a tener en cuenta en las entrevistas

En todos los países africanos se da mucha importancia a los saludos. Por lo tanto, no se deje de saludar a la gente con quien se encuentre en el lugar en que ha de celebrarse la entrevista. Esto podría significar la diferencia entre éxito y fracaso.

El encargado de la entrevista debe saber que ha de estar dispuesto a poner las cartas boca arriba cuando se enfrente a rumores, es decir, ha de explicar su programa con la mayor exactitud posible.

El entrevistador debe saber las razones de ciertas preguntas que figuran en los formularios. Por ejemplo, los pescadores se resistirán a indicar sus capturas por miedo a los impuestos que ello implique. Hay, pues, que explicarles por qué esos datos se necesitan.

Escúchese atentamente. Ello demuestra respeto hacia el individuo e interés en sus problemas.

La manera y el tono de voz de quien interroga deben reflejar amistad y deseo de comprensión.

Evítese durante la entrevista comentarios que tengan un aire de crítica, por ejemplo, "Se ve que que son ustedes algo indolentes".

Frecuentemente, las mujeres se resisten a dar información cuando sus maridos no están presentes. No forzarlas a ello. Volver a visitar la casa.

Cuando se note que el individuo está embriagado, cortar discretamente la entrevista. Reanudarla en mejor ocasión.

En todo cuanto se ejecute deberá actuarse con sentido de humor. Ello reduce la posible tensión. Dígase lo que haya que decir, pero siempre con la sonrisa en los labios.

6.6.4 Cómo concluir la entrevista

El modo en que se finalice la entrevista puede tener un efecto definitivo en las futuras relaciones con el entrevistado. Procurar siempre dejar en él un sentimiento de amistad, en el sentido personal y en el oficial con la correspondiente oficina, a fin de ser bien recibidos en las subsiguientes visitas al sitio pesquero.

6.7 Medición efectiva

En las EEC del tipo 2, los elementos de información se obtienen por mediciones reales llevadas a cabo por los encuestadores en puntos de desembarque seleccionados, dentro de las playas de muestra. A continuación se indican algunos de los principios empleados durante el proceso de medición:

1. Antes de que las embarcaciones regresen, cerciorarse de que se está en condiciones de hacer el registro

2. Hay que disponer de algún tipo de asiento para poder escribir cómodamente en el tablero correspondiente. Conviene tener un trapo para limpiarse las manos después de manipular el pescado o los artes de pesca. Cuídese de tener el lápiz bien afilado, a fin de que las cifras escritas sean claras. Usar siempre lápiz (el bolígrafo o la estilográfica no dan igual resultado). El ayudante debe llevar las balanzas para pesadas y otros elementos del equipo en un balde de plástico, de modo que no haya dificultades al trasladarse de una embarcación a otra, de las seleccionadas. El balde (o cubo) puede servir de asiento.

3. Cuando arribe una embarcación seleccionada, pídasele al pescador que le muestre lo que ha pescado. Los peces grandes estarán en el fondo de la lancha y usualmente se pueden reunir cada una de las especies, pesándolas antes de que alguien se las lleve. Los peces pequeños lo probable es que aún permanezcan en la red, y se podrán ir pesando a medida que los extraigan de la red.

6.8 Cómo seleccionar una muestra de unidades de la segunda etapa

En nuestro caso, la selección de una muestra dentro de un sitio pesquero, constituye una operación mecánica. Por ejemplo, una lista contiene $N = 9$ unidades y ha de elegirse una muestra de $n = 3$ unidades. La selección se lleva a cabo del modo siguiente:

1. Selecciónese la tabla cuyo encabezamiento sea $N = 9$ (se proporcionan tablas)
2. La lectura se hace en la segunda columna de la tabla, donde hay números entre paréntesis
3. Señalar con un círculo los números de serie de la lista. Son las mismas unidades de la muestra; en este caso los números 3, 6 y 9 de la lista son las unidades seleccionadas
4. Las entrevistas (o las mediciones efectivas) deberían completarse para las unidades seleccionadas solamente, y la información recogida debería registrarse en los cuestionarios respectivos.

Ejemplo: Formato de una tabla ($N = 9$, $n = 3$)

Número de unidades en la lista	Unidades seleccionadas	Unidades de muestra
N = 9	(3) (6) (9)	1 2 3

6.9 Documentos de base

Para la compilación de la información requerida se emplean dos clases de documentos (cuestionarios) (véase Apéndice Ib).

Formulario A1-3: Se emplea este cuestionario para obtener los elementos de información requeridos sobre las características estáticas de las unidades económicas pesqueras seleccionadas. La selección de las unidades económicas pesqueras se lleva a cabo en la zona residencial del sitio de pesca. Para la compilación de la información se usa el procedimiento de la "entrevista personal".

Formulario A2-3: Mediante este formulario se trata de obtener los elementos de información sobre las características dinámicas de las unidades económicas pesqueras de muestra (esfuerzo de pesca, captura de peces). La selección de las unidades se hace en la playa (lugar de desembarque) del sitio de pesca. Para la compilación de la información se usa el método de la "medición real (efectiva)".

APENDICE Ia - LOS DOCUMENTOS BASICOS DE UNA ENCUESTA ESTRUCTURAL (Ejemplo)

ENCUESTA ESTRUCTURAL **Formulario: F1**

Nombre del registrador: _____ Núm.de clave del sitio de pesca [ ] [ ]

Fecha de la encuesta: [ ] [ ] [ ]

ELEMENTOS DE INFORMACION	
A. Detalles de identificación del sitio de pesca	1. Nombre(s) del sitio de pesca: 2. Tribu(s) de pescadores:
B. Estructura orgánica del sitio de pesca	(PREGUNTAR): 1. La ocupación, por los pescadores, del sitio pesquero es: continua [ ] 1 esporádica [ ] 2 2. Los pescadores residen en el sitio de pesca: permanentemente [ ] 1 transitoriamente [ ] 2
C. Historial de la migración	(PREGUNTAR): 1. ¿Cuándo comenzaron por primera vez a pescar en el lago? _____ 2. Antes de la formación del lago los individuos eran: a) Pescadores [ ] Número _____ Donde _____ Observaciones: _____ b) Agricultores [ ] Número _____ Donde _____ Observaciones: _____ c) Otras ocupac. [ ] Número _____ Donde _____ Observaciones: _____
	(PREGUNTAR): 3. ¿Cuándo vinieron a este lugar? 4. ¿Dónde residían antes de llegar a este lugar? _____ a) Nombre del lugar: _____ b) ¿Qué clase de lugar era? _____ c) ¿Dónde estaba situado? _____ 5. ¿Cuánto tiempo estuvieron en el lugar anterior? _____ 6. ¿Tienen intención de mudarse otra vez? Sí [ ] No [ ] En caso afirmativo, a) ¿Por qué razón? _____ b) ¿Cuándo? _____ c) ¿Dónde? _____

Observaciones de carácter general en la página 1 del Formulario:

P 2

Formulario: F1

Fecha de la encuesta: [ ][ ][ ] Núm.de clave [ ][ ]

ELEMENTOS DE INFORMACION	
D. Períodos de pesca: (experiencia del último año)	(PREGUNTAR): 1. Pescan durante todo el año? Sí ☐ 1 No ☐ 2 Si NO es todo el año, en qué período(s) pescan? a) Período: desde _____ hasta _____ b) Período: desde _____ hasta _____
E. Equipo o artes de pesca empleandos: (experiencia del último año)	(PREGUNTAR): 1. Qué clase de material o artes de pesca emplean? (completar la tabla siguiente)

Elem.(arte)de pesca		Período usado (2)	Observaciones (3)
Núm.de clave	Nombre (1)		
01		desde ____ hasta ____	
02		desde ____ hasta ____	
03		desde ____ hasta ____	
04		desde ____ hasta ____	
05		desde ____ hasta ____	

F. Embarcaciones pesqueras, pescadores (las embarcaciones locales que estuvieran ausentes el día de la encuesta (por ejemplo, pescando o en el mercado) deberán incluirse en la tabla)

(PREGUNTAR):
Completar la tabla siguiente:

Embarcaciones pesqueras, por clases			Núm.de pescadores		Observaciones
Núm.de clave	Nombre	Núm.	Propietarios	Ayudantes	
01	Canoas				
02	Lanchas de madera (sin motor)				
03					
04					
05					
09	Número de pescadores sin embarcación de pesca, trabajando por cuenta propia				

Observaciones de carácter general en la página 2 del formulario:

P3

Formulario: F1

Fecha de la encuesta: [ ][ ][ ] Núm.de clave [ ][ ]

ELEMENTOS DE INFORMACION

G. Captura de peces: (Insertar X en la casilla(s) debida(s))

(PREGUNTAR):
1. Principales capturas:
   a) Tilapia [ ] c) [ ]
   b) Alestes [ ] d) [ ]

H. Salida (venta) de las capturas (Insertar X en la casilla(s) debida(s))

(PREGUNTAR):
1. Completar la tabla siguiente:

Estado del pescado para venta		Salida (venta) de la pesca			
Núm.de clave	Nombre	Total	Casi Total	Alrededor de la mitad	Menos de la mitad
1	Fresco				
2	Ahumado				
3					
4					
5					

(PREGUNTAR):
2. Acuden los pescadores al lugar? Sí [ ] 1 No [ ] 2
   En caso afirmativo:
   a) Cómo _____
   b) Con qué frecuencia _____
   c) De dónde _____
3. Van los pescadores (o esposas, etc.) al mercado para dar salida a sus capturas? Sí [ ] 1 No [ ] 2
   En caso afirmativo:
   a) Cómo _____
   b) Adónde _____

I. Centros proveedores de los bienes de producción

(PREGUNTAR):
1. Dónde adquieren sus canoas? _____
   a) Precio corriente de una canoa nueva _____
2. Dónde adquieren su material de pesca? _____
   a) Completar la tabla siguiente

Elem.(arte)de pesca		Unidad	Precio por unidad	Observaciones
Núm.de clave	Nombre			
01				
02				
03				
04				
05				

Observaciones de carácter general en la página 3 del Formulario:

ENCUESTA ESTRUCTURAL
(Enfoque aéreo)

Formulario: F2

Número del vuelo:

Nombre del observador:

Fecha de la encuesta:

Hora de la encuesta:

Núm.de clave de la muestra del área que se investiga

Sitios de pesca vistos		Núm.de embarcaciones vistas*			Núm.de casas vistas	Observaciones
Núm.de serie	Detalles del mapa topográfico	Total	En la playa	En el agua		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	

* Debería hacerse una separación entre embarcaciones de tablas y canoas

APENDICE Ib - LOS DOCUMENTOS BASICOS DE UNA ENCUESTA DE EVALUACION DE CAPTURAS
(Ejemplo)

Formulario: A1-3
PS1

ENCUESTA DE EVALUACION DE CAPTURAS

Nombre del registrador: _____

Fecha: _____

Sitio de pesca ( ) PSU
- Núm.de clave de muestra [ ] [ ]
- Nombre _____
- Emplazamiento _____

CONCEPTO	INFORMACION
A. Identificación del pescador	(PREGUNTAR): 1. Apellido(s) del pescador: 2. Estado civil: soltero [ ] 1 casado [ ] 2 otro [ ] 3 3. Tribu: _____ Lugar de procedencia: _____
B. Embarcaciones, pescadores	(PREGUNTAR): 1. Completar la tabla siguiente respecto a embarcaciones/ pescadores seleccionados

Núm.de serie	Embarcaciones		Tripulación			Observaciones
	Tipo	Edad	Propietario	Ayudante adulto	Muchachos	
1						

C. Zona de pesca	(PREGUNTAR): 1. Dónde pesca usted?	
	(a) Profundidad del agua	(b) A qué distancia? (horas de remo)
	Cercano a la orilla [ ] 1 Entre árboles [ ] 2 Más allá de los árboles [ ] 3 Mar libre (abierta) [ ] 4	Menos de 1 hora [ ] 1 1-2 horas [ ] 2 2-3 horas [ ] 3 3-4 horas [ ] 4 Más de 4 horas [ ] 5

D. Redes de pesca

(PREGUNTAR): Qué clase de redes usa usted en la pesca?

Dimensión de la malla	Redes de enmalle		Esparavel		Observaciones
	Propiedad	Para el día	Propiedad	Para el día	
TOTAL:					
2 pulgadas					
2½ "					
3 "					
3½ "					
4 "					
5 "					
6 "					
7 "					
8 "					
9 "					

E. Otros artes de pesca

(PREGUNTAR): Qué otra clase de material utiliza en la pesca?

Tipo de arte	Núm.de clave	Propiedad	Para el día	Observaciones
1. Palangres	3			
1a. Núm. de anzuelos por línea				
2. Sedales de mano	4			
3. Trampas	5			
4. Otros (especificar)	6			

Formulario: A2-3
Encuesta: PS2

Nombre del sitio de pesca: _____

ENCUESTA DE EVALUACION DE CAPTURAS DE _____

Núm. de C. de muestra [ ] [ ] [ ]

Nombre del registrador: _____

Formulario: A2-3 [ ]

Fecha de muestra [ ]

Período de muestra: _____

Período de encuesta [ ]

Tarjeta perforada 1		DIA 1	DIA 2	DIA 3
	2. Nombre del pescador			
	3. Barcos — Tipo			
	4. Número tripulantes			

Tarjeta perforada 2		DIA 1									DIA 2									DIA 3								
5. Equipo empleado:		GN									GN									GN								
a) Núm. de clave																												
b) Núm. verificado																												
c) Tamaño de malla																												
6. Pescado fresco																												
Núm. de clave	Especies	No.	G	Peso	No.	G	Peso	No.	G	Peso	No.	G	Peso	No.	G	Peso	No.	G	Peso	No.	G	Peso	No.	G	Peso	No.	G	Peso
01	Citharinus																											
02	Alestes																											
03	Labeo																											
04	Lates																											
05	Synodontis																											
7. Tiempo total empleado en la pesca (horas)																												

G = No destripado = 0 G = Destripado = 9

APENDICE Ic - EJERCICIOS

Ejercicio Núm.1

Un estanque piscícola contiene 10 peces. Su peso (libras) se indica más abajo (Tabla 1). (a) Cuál es el peso total de la población? (b) Qué número de peces pesan: (i) hasta 1 libra? (ii) más de 1 libra?

Tabla 1

Núm.de serie del pez	Peso (libras)
1	1,5
2	0,5
3	0,5
4	1,0
5	1,0
6	2,5
7	1,5
8	0,5
9	0,5
10	1,0

Ejercicio Núm.2

Un lugar de pesca está dividido en dos zonas (sur y norte). En la zona sur hay cuatro sitios de pesca y en la zona norte seis sitios de pesca: La tabla que figura a continuación (Tabla 2) indica el número total de canoas pesqueras por sitios de pesca: Cuál es el número total de canoas pesqueras por zona, y para la totalidad del lugar de pesca?

Tabla 2

Zona	Núm.de serie de los sitios de pesca	Núm.de canoas pesqueras
I	1	20
	2	5
	3	15
	4	40
II	1	5
	2	6
	3	10
	4	15
	5	20
	6	50

Ejercicio Núm.3

Se llevó a cabo una EE en un lago dado. Con arreglo a lo planeado el área se dividió en cinco estratos de igual extensión, basándose en la longitud de las orillas tomada del mapa. Además, en la compilación de los elementos de información se empleó el "enfoque acuático". Preparar una figura mostrando una asignación de los sitios de pesca en el lago. Asignar un número arbitrario de canoas a cada sitio de pesca y calcular el número total de canoas por estrato, así como para la totalidad del lago.

Ejercicio Núm.4

Cuál es la diferencia entre los dos procedimientos que siguen, para compilar elementos de información? (i) El basado en entrevistas; (ii) El procedimiento que implica mediciones reales.

Ejercicio Núm.5

Explicar el significado de los errores de cobertura en una EE (enfoque acuático).

PARTE II: CURSO INTERMEDIO

7. INTRODUCCION

7.1 La estructura de una industria pesquera

En términos generales, una pesquería en una región avanzada es un gran complejo de actividades relacionadas entre sí de embarcaciones pesqueras, aparejos de pesca, obreros portuarios y maquinaria para la manipulación, conservación y elaboración del pescado. Contendrá edificios para la venta y almacenaje, apartaderos de ferrocarril, fábricas de producción de fertilizantes, harina de pescado y grasas; talleres que proporcionen redes, cuerdas y hielo, astilleros especializados, y, finalmente, las viviendas y otros edificios esenciales de la comunidad, que se necesitan para el funcionamiento de los diferentes aspectosde la pesquería.

En las economías de unidades pesqueras pequeñas, la situación de la industria pesquera es muy sencilla y su conjunto orgánico puede considerarse más bien como primitivo. Las principales características de la industria son:

1. Las pesquerías están mal definidas, desordenadas y en la primera fase de evolución

2. Las actividades pesqueras tienen principalmente un carácter privado (familiar), y el tipo de embarcación pesquera que predomina es la canoa

3. Faltan instalaciones para el almacenaje, y la manipulación, conservación y elaboración del pescado está a cargo de los pescadores (miembros de la familia)

4. El sistema de ventas no está muy bien organizado y existen algunos problemas por lo que toca a dar salida a las capturas

7.2 División de una pesquería

En los estudios económicos y estadísticos es conveniente dividir la pesquería en tres fases distintas:

1. Fase primaria: Producción de pescado

2. Fase secundaria: Elaboración del pescado. Esta sección incluye la transformación del producto (captura o cultivo) en conservas alimenticias

3. Fase terciaria: Comercialización "marketing" del pescado. Esta sección comprende la distribución del pescado y de los productos pesqueros desde el productor al consumidor

7.3 La unidad económica pesquera (UEP)

Desde el punto de vista económico, la producción total (capturas, cultivo), de una industria pesquera, es el resultado de las faenas de las unidades económicas pesqueras (UEPs), durante un período de tiempo dado. Concretamente, en nuestro caso las UEPs corresponden a dos categorías:

1. Unidad pesquera usual (UPU):
   Es una unidad integrada compuesta de embarcaciones pesqueras, equipo y pescadores, para llevar a cabo las faenas de pesca.

2. Unidad pesquera menor (UPM):
   Es una unidad integral compuesta de aparejos o artes de pesca y de pescadores (sin embarcaciones pesqueras) para llevar a cabo faenas de pesca.

Tomando como criterio de clasificación el estado de dominio o propiedad, las unidades económicas pesqueras pueden dividirse en tres categorías:

1. Propiedad privada (particular)
2. Propiedad concertada (en virtud de convenio)
3. Cooperativa

8. ENCUESTAS DE MUESTREO EN ESTADISTICAS DE PESQUERIAS

8.1 Finalidad de las encuestas de muestreo

En su más amplio sentido, las encuestas muestrales tienen por objeto recoger información que satisfaga una necesidad determinada. Hoy en día, la encuesta muestral viene a estar considerada como un instrumento organizado de información objetiva. Su importancia actualmente estriba en que puede emplearse para resumir, para la orientación de la administración, gerencia, etc., hechos que de otro modo serían inaccesibles, debido al alejamiento y obscuridad de las personas u otras unidades pertinentes, o de lo numerosas que sean. Como organismo dedicado a la información objetiva, la encuesta muestral se preocupa ante todo de la exacta determinación de cada uno de los hechos registrados, así como de su compilación y resumen.

8.2 Tipos de encuestas de estadísticas de pesca que se necesitan

Para la obtención de los elementos de información que abarcan las estadísticas de pesquerías, hacen falta los siguientes tipos de encuestas estadísticas:

8.2.1 Fase primaria (producción de pescado)

8.2.1.1 Encuesta estructural (EE)

Una encuesta estructural es una especie de encuesta de inventario. Su finalidad principal es proporcionar información exacta acerca del tamaño y la estructura de la industria pesquera que se investiga.

Los métodos empleados para la compilación de información en una encuesta estructural son, o bien el de "enfoque aéreo" o bien el de "enfoque acuático", o una combinación de ambos métodos.

Los conceptos abarcados por una encuesta estructural son:

1. Número, tamaño (expresado en embarcaciones pesqueras), y distribución de área de los sitios de pesca

2. Número de unidades económicas pesqueras de la industria y de sus componentes (embarcaciones pesqueras, pescadores, equipo de pesca)

3. Migración de las unidades económicas pesqueras

4. Información general acerca de los procedimientos empleados por los pescadores para la elaboración y comercialización de sus capturas

Desde el punto de vista del muestreo, una encuesta estructural es una encuesta de censo basada en el método de enumeración completa de las unidades de encuesta.

Como una encuesta estructural garantiza una cobertura completa de la población que se analiza, proporciona una "estructura de muestreo" ideal para la selección de las muestras de otras encuestas que abarquen la misma población.

8.2.1.2 Encuesta de evaluación de capturas (EEC)

Los objetivos principales de una encuesta de evaluación de capturas, son la obtención de estimaciones referidas a la captura total actual en el lago (río), así como a la regional. Entre los objetivos secundarios hay que incluir la estimación de las especies de la captura, y el esfuerzo de pesca que implica la obtención de tal captura.

Los procedimientos empleados para la recopilación de los elementos de información que contiene una encuesta de evaluación de capturas son, o bien el de "mediciones objetivas" o el de "mediciones subjetivas", o una combinación de ambos métodos.

Para fines de muestreo, el método empleado en la encuesta es el llamado "muestreo en espacio y tiempo".

Se ha demostrado que existe una relación cuantitativa entre los resultados de una encuesta de evaluación de capturas y los resultados de una encuesta de evaluación de mercancías almacenadas. Los modelos matemáticos establecidos son de gran valor para fines de gerencia.

8.2.1.3 Encuesta de coste y beneficio (ECB)

Este tipo de encuesta es una encuesta económica de pesquerías. Uno de sus principales objetivos es estudiar la magnitud del beneficio derivado de las empresas pesqueras individuales. Asimismo, pueden usarse los resultados de la encuesta para estimar los costos de producción de diferentes tipos de unidades económicas pesqueras, a fin de evaluar el sistema de precios del pescado, existente.

El método de muestreo utilizado para la encuesta es el de "muestra estratificada en dos fases". En este caso, de la muestra principal de la encuesta de evaluación de capturas, se elige una "sub-muestra". Antes de efectuar ninguna selección, las unidades de muestra se agrupan en estratos, tomando como criterio de estratificación el tipo de unidad económica pesquera, eligiéndose unas pocas unidades, de igual probabilidad, de cada uno de los estratos establecidos.

Respecto a estudios de rentabilidad, la encuesta abarca los conceptos siguientes:

1. Gastos actuales que se satisfacen directamente para cada faena de pesca

2. Sueldos pagados a los trabajadores empleados (coste estimado de los miembros de la familia que no tienen sueldo), gastos de reparación del casco (motor), depreciación de los efectos fijos, etc. El beneficio obtenido por cada una de las empresas pesqueras, es igual a:

   (Venta total del pescado) - (Partidas 1 + 2 arriba indicadas)

8.2.2 Fase secundaria (elaboración)

8.2.2.1 Encuesta de elaboración del pescado (EEP)

En una unidad económica de pesquería importante, la encuesta de elaboración puede considerarse dividida en dos partes:

1. Una encuesta inventarial cuyo principal objetivo es determinar la estructura, capacidad y organización de la industria de elaboración.

2. Una encuesta de producción cuyo principal objetivo es la recogida de información respecto al volumen y valor de animales acuáticos sometidos a proceso de elaboración, así como de los productos que resulten.

En las pequeñas unidades pesqueras, el curado del pescado lo hacen principalmente los pescadores (más bien, los parientes de los pescadores), o lo encargan a gentes dedicadas a ello y que residen en la localidad. El proceso de elaboración tiene lugar poco después de que la pesca ha sido descargada en los lugares de producción de pescado. Por lo demás, parte del pescado que haya sido elaborado, se vuelve a elaborar sobre todo en el mercado, para obtener mercancías de alta calidad. Es evidente que los artículos de alta calidad son de un carácter diferente del de los usuales, sobre todo desde el punto de vista de medidas referentes al mantenimiento del precio del pescado. Estimaciones fidedignas de las características de encuesta con un coste mínimo, pueden obtenerse integrando el proyecto de encuesta de una encuesta de elaboración del pescado con los planeamientos de la encuesta estructural y la encuesta de evaluación de capturas. Este principio se empleó con éxito en cierto número de encuestas de estadísticas de aguas continentales, en Africa.

8.2.3 Fase terciaria (Organización de las ventas, "marketing")

8.2.3.1 Encuesta estadística sobre comercialización del pescado (EECP)

La principal finalidad de esta encuesta es obtener información acerca de la cantidad de pescado objeto de transacción, así como del precio correspondiente del pescado en la fase de venta al por mayor. Otros objetivos de la encuesta son seguir la pista al pescado objeto de transacción y estudiar la estructura de los mercados minoristas y el precio del pescado adquirido por el consumidor.

Una encuesta estadística de comercialización para transacciones al por mayor, puede planearse bien sea como un análisis de la producción - en los sitios de producción pesquera - o como un análisis de mercado - en los lugares de descarga para el mercado. El planeamiento de una encuesta del primer tipo - en los sitios productores de pesca - se integra, generalmente, con el planeamiento de la encuesta de evaluación de capturas, que se refiera a la misma población. En tales casos, la unidad de encuesta es la unidad económica pesquera. La encuesta estadística de ventas - en los lugares de descarga para el mercado - se lleva a cabo independientemente respecto de la relativa a la evaluación de capturas, y los elementos de información requeridos se obtienen de los pescadores.

La Tabla 8.2.3.1 da una idea de la relación que existe entre los conceptos de la encuesta y el tipo de encuestas en las estadísticas de pesquerías.

Tabla 8.2.3.1 Relación entre conceptos de encuesta y tipo de encuesta (Encuestas estadísticas de pesquerías)

Fase	Tipo de encuesta	Unidad de encuesta	Conceptos de encuesta (grupos)
A.Fase primaria	1. Encuesta Estructural (EE)	Sitio de pesca/ Unidad económica pesquera	1. Número de unidades económicas pesqueras 2. Distribución de área de las UEPs 3. Componentes de las UEPs: a) Núm. de embarcaciones pesqueras b) Núm. de pescadores c) Núm. de aparejos de pesca 4. Movilidad de las UEPs 5. Información general sobre hábitos de elaboración y comercialización de las UEPs
	2. Encuesta de Evaluación de capturas (EEC)	Unidad económica pesquera	1. Captura de peces (total, regional) 2. Composición de la captura por especies 3. Datos sobre el esfuerzo inherente a la pesca
	3. Encuesta de Costos y Beneficio (ECB)	Unidad económica pesquera (por tipos)	1. Ingresos totales 2. Gastos: a) Gastos de explotación b) Sueldos, etc. c) Gastos de mantenimiento y reparación de embarcación/motor d) Reparación o renovación del equipo de pesca e) Otros gastos f) Gastos de depreciación (casco, motor) 3. Estimación del capital invertido y de los intereses de ese capital 4. Impuestos que se pagan
B.Fase secundaria	1. Encuesta de elaboración del pescado (FEP)	Unidad de elaboración (de "marketing")	1. Núm. de las unidades de elaboración, por tipos 2. Capacidad de elaboración 3. Productos que se obtienen
C.Fase terciaria	1. Encuestas Estadísticas de comercialización ("marketing") del pescado (EECP)	Unidad de organización de ventas (de "marketing")	1. Número de Unidades de organización de ventas 2. Cantidad de pescado objeto de transacción 3. Precio del pescado al por mayor 4. Precio que paga el consumidor por el pescado

9. FUERZA LABORAL

9.1 Determinación de la fuerza laboral

Las estadísticas sobre mano de obra consisten principalmente en la extracción de datos de población separándolos por categorías y estableciendo su comparación. No obstante, los usuarios de los datos sobre la fuerza laboral deberían tener presente que existen diferencias entre las tres diferentes magnitudes de estadísticas relativas al personal obrero.

9.1.1 Población de clases trabajadoras

Es conveniente tratar el número de personas entre 15 y 64 años de edad como el grupo que constituye la masa económicamente activa, designándolo como "población de clases trabajadoras". En nuestro caso, la población que se analiza puede caracterizarse como una que tiene una fertilidad relativamente elevada. Aumenta cada año en un elevado número de gente más joven y la estructura de las edades se ve aumentada con una gran proporción de niños. Según las normas locales, la "población de las clases trabajadoras" incluye muchachos de menos de 15 años de edad.

9.1.2 Población económicamente activa

Una vez definida la población de las clases trabajadoras, el paso siguiente es establecer un esquema para determinar quienes son las personas "económicamente activas" y quienes no lo son. Ello implica una norma o patrón para juzgar qué actividades constituyen "labor productiva" y algún criterio para juzgar qué grado de actuación es suficiente para clasificar a una persona como "activa".

9.1.3 Población económicamente activa por industria

Se ha definido más arriba que la población económicamente activa está formada por las personas que realizan un trabajo productivo (desde el punto de vista económico). Estas personas pueden ahora clasificarse en grupos tomando como criterio de clasificación "dónde está empleada la persona", es decir, en qué sector de la economía (industria) está empleada la persona (pesca, agricultura, construcción, etc.).

En nuestro caso, sólo nos interesa la fuerza laboral de la industria pesquera.

9.2 Fuerza laboral por subsector de la industria

Se ha mencionado que la pesquería se divide en tres fases (secciones):

1. Fase primaria : Producción de pescado
2. Fase secundaria: Elaboración del pescado
3. Fase terciaria : Comercialización ("marketing") del pescado

En tal caso, la fuerza laboral total de la industria (L) puede subdividirse en grupos tomando como criterio de clasificación la estructura de la industria:

$$L = L_1 + L_2 + L_3$$

donde,

L_1 : Fuerza laboral de la fase primaria (FL - FP)

L_2 : Fuerza laboral de la fase secundaria (FL - FS)

L_3 : Fuerza laboral de la fase terciaria (FL - FT)

9.3 Fuerza laboral por tipo de actividad

Dentro de cada subsector de la industria, puede efectuarse otro agrupamiento de la fuerza laboral, tomando como criterio de estratificación el tipo efectivo de trabajo (ocupación) de cada individuo. La Tabla 9.3.1 da una idea de la estructura de la ocupación de la industria pesquera, referida a subsector.

Tabla 9.3.1 Distribución de la población económicamente activa por ocupación, dentro de cada subsector de la industria pesquera

Subsector	Ocupación
A. Sector primario	1. Pescador 2. Muchacho ayudante de pescador, de menos de ... años de edad 3. Miembro de la familia, que no cobra sueldo, que presta ayuda en el trabajo referente a las faenas de pesca: a) Material de carga del pescado b) Pescado descargado c) Reparación de redes d) Reparación de embarcaciones e) Otras (especificar)
B. Sector secundario	1. Unidad de elaboración: a) Pescador b) Esposa (parientes) del pescador c) Otras (especificar)
C. Sector terciario	1. Tratante en pescado (al por mayor): a) Tratante, cuando sea la esposa (o un pariente) del pescador b) Tratante local c) Tratante que no sea de la localidad d) Otros (especificar) 2. Pescadero (comerciante al por menor): a) Vendedor ambulante b) Vendedor estable

9.4 Fuerza laboral del sector pesquero

Del análisis anterior se deduce que la fuerza laboral pesquera constituye sólo una parte de la fuerza laboral de la fase primaria (FL - FP) de una industria pesquera. Concretamente, la fuerza laboral pesquera puede definirse como el número de personas dedicadas a la realización efectiva de captura o cultivo de los recursos acuáticos. Por lo tanto, las personas que participan en trabajos relacionados con las faenas de pesca (descarga del pescado, reparación de redes, etc.) pero que no salen nunca a la mar, son unidades de otro componente del (FL - FP) y no de la mano de obra pesquera.

9.4.1 Medición de la fuerza laboral pesquera

Para evaluar la fuerza laboral pesquera puede adoptarse uno de los dos criterios que siguen:

(a) Basándose en el censo

(b) Basándose en la fuerza laboral

De acuerdo con el "enfoque censo", pescadores son, simplemente, quienes notifican haber participado en faenas de pesca durante el año precedente.

Según el enfoque "fuerza laboral", pescadores son quienes realmente participan en faenas de pesca durante el período investigado (semana).

Es evidente que los dos criterios arriba indicados reflejan conceptos diferentes del carácter de la actividad económica. Teniendo en cuenta que la actividad pesquera es en gran medida una actividad estacional, el enfoque basado en la fuerza laboral puede emplearse para medir las fluctuaciones del número de pescadores en función del tiempo.

9.4.2 Clasificación de los pescadores

Los pescadores pueden clasificarse de acuerdo con el "tiempo dedicado a la pesca" a lo largo del año:

(a) Pescadores de dedicación completa

(b) Pescadores de dedicación parcial

(c) Pescadores eventuales

Otra clasificación de los pescadores es según su "categoría de empleo":

(i) Pescadores propietarios de canoas

(ii) Pescadores que poseen aparejos y que trabajan sólo por su cuenta

(iii) Ayudantes

10. ERRORES DE RESPUESTA Y SUPERVISION

10.1 Errores de respuesta

10.1.1 Qué se entiende por errores de respuesta

Es razonable partir del supuesto de que para la "unidad de encuesta" abarcada por una encuesta hay siempre un valor verdadero (Valor Individual Verdadero - VIV), respecto a la característica que se enaliza. En otros términos, es razonable suponer que existe un valor verdadero, y_i, ligado a la unidad U_i en la población.

El registrador asignado a la tarea de recoger información sobre la unidad U_i desempeña el papel de una persona que trata de dar en el blanco al disparar su arma. Unicamente lo conseguirá en algunos casos, y el número de "éxistos" en una encuesta dependerá de:

(a) El caracter de la pregunta

(b) El modo en que se haga la pregunta

(c) Las condiciones experimentales de la encuesta, a saber, las precauciones que se hayan tomado durante el planeamiento de la encuesta, para reducir al mínimo la posibilidad de errores de medición

10.1.2 Significado de "EIR" y de "ETR"

En cualquier caso, la diferencia entre el VIV y el valor "registrado" en el cuestionario es el Error Individual de Respuesta (EIR).

Si, por ejemplo, el VIV de redes propiedad de un pescador es de 1 000 yardas, y el valor "registrado" es 600 yardas, existe error de respuesta.

La suma de EIRs se denomina Error Total de Respuesta (ETR).

Es evidente que la seriedad del ETR en una determinada encuesta dependerá del grado en que los errores individuales se cancelen.

10.1.3 Principales fuentes de los errores de respuesta

10.1.3.1 Forma de hacer las preguntas

A los registradores generalmente se les instruye acerca de:

(a) La forma de saludar al interrogado

(b) El modo de hacer las preguntas, v.g., mantener la forma en que están redactadas en el cuestionario, así como su orden, y formular las preguntas en una forma declarada (en caso de "mediciones reales" hay instrucciones especiales a que ha de atenerse en registrador)

Si el registrador, es decir, quien hace las preguntas, no se atiene a las instrucciones, tenderá a que se originen errores de respuesta.

10.1.3.2 Sondeo

Pese a las instrucciones, los encuestadores, que en adelante llamaremos "registradores", pueden diferir en cuanto a la amplitud de su sondeo, con miras a obtener lo que ellos consideren como respuesta exacta. Indudablemente, la diferencia en los sondeos da lugar a que se produzcan errores de respuesta.

10.1.3.3 Registro de la respuesta

El descuido en registrar la respuesta obtenida constituye otra posible fuente de error. Los posibles errores son:

(a) Los registradores pueden omitir el registro de las respuestas

(b) Los registradores pueden registrar incorrectamente las respuestas

10.1.3.4 Engaño

Una causa totalmente diferente de los errores de respuesta es el engaño o deformación (distorsión) consciente.

Debería insistirse en que quienes han preparado la encuesta cuentan con medios para detectar los engaños, y así es en nuestras encuestas.

10.2 Supervisión

El éxito de un procedimiento que aplica el método de la entrevista (medición verdadera) depende en gran medida de la habilidad de los registradores de extraer (suscitar) respuestas aceptables. En esto influye mucho su selección y su adiestramiento.

Observaciones por parte de los supervisores durante el curso de las operaciones de encuesta resultan valiosas para mantener la calidad prevista, tanto de los trabajos como de quienes los ejecutan, a un nivel aceptable.

10.2.1 La tarea del supervisor

El supervisor tiene la obligación de:

(a) Disponer el pago de los registradores, que consta del sueldo mensual y de las dietas ("per diem"), que les correspondan

(b) Facilitar los desplazamientos de los registradores en el campo, es decir, proporcionar medios de transporte, etc.

(c) Resolver las consultas, etc. que se le dirijan

(d) Verificar que están completos y son coherentes los cuestionarios terminados. Cada tres meses, el supervisor debería preparar un informe trimestral relativo a cada registrador. En dicho informe se describirán las fuentes de errores detectados al revisar su trabajo en la oficina. A solicitud, el informe debería especificar las medidas que deberían tomarse para evitar que se cometan los mismos errores en el futuro.

10.2.2 Supervisión en el campo

Se ha dicho que los registradores son seres humanos y por lo tanto sujetos a error. Por ello es conveniente mantener bajo constante vigilancia los trabajos de campo, e investigar cualquier caso en que el registrador parezca que actúa de modo insatisfactorio, a fin de que no se deteriore la calidad de la labor de campo.

Los objetivos principales de las verificaciones de la labor de campo son:

(a) Comprobar la forma en que los registradores seleccionan las muestras de "unidades de encuesta".

(b) Cerciorarse de que un registrador lleva a cabo realmente todas las entrevistas que ha dado como efectuadas.

(c) Si es satisfactoria su proporción de respuestas

(d) Si formula las preguntas, interpreta y registra las respuestas, de conformidad con las instrucciones

11. APRECIACION Y MUESTRA ALEATORIA (AL AZAR)

11.1 Muestra en contraposición a enumeración completa

Desde el punto de vista del muestreo, la información sobre una población puede obtenerse de dos maneras:

(a) Censo, o sea enumeración completa. En un censo se enumera cada unidad que compone la población que se analiza.

(b) Enumeración de muestras o encuesta muestral. En una encuesta muestral, la enumeración se limita solamente a una parte o a una muestra seleccionada de la población.

Las principales ventajas de la encuesta muestral en comparación con el censo son:

(a) La encuesta muestral es mucho menos costosa que el censo

(b) Lleva menos tiempo compilar y tratar datos procedentes de una encuesta de muestras que de un censo

(c) Los resultados que se obtienen de una encuesta muestral bien planeada y bien ejecutada, son más precisos que los que resultan del censo completo que pueda efectuarse

11.2 Muestra de apreciación y muestra aleatoria

Para la compilación de información a base de muestreo, pueden emplearlos dos métodos que siguen:

11.2.1 Muestra de apreciación

Este método de muestreo se usa principalmente cuando la finalidad de la encuesta os obtener algunas indicaciones de las características de la encuesta en un período de tiempo relativamente corto. Para dar algunos ejemplos de encuestas de muestras de apreciación:

(a) Puede obtenerse información casi sin gasto alguno, interrogando a personas que se sabe que son expertos en la materia.

(b) Puede obtenerse información a partir de unas pocas unidades de la población que parezcan ser representativas del mundo que se considera.

Los procedimientos arriba indicados son rechazados de plano por los estadísticos especializados en encuestas, dada la imposibilidad de hallar un método objetivo para medir el grado de confianza que pueda asignarse a los resultados obtenidos cuando una muestra se selecciona por apreciación. Ningún grado de ajuste o de refinamiento de datos a partir de una muestra conveniente, puede contrarrestar los dos puntos débiles de la estimación, a saber, que se hallan sometida a errores sistemáticos desconocidos; que la muestra no proporciona base alguna para una evaluación objetiva de su grado de precisión.

11.2.2 Muestra de probabilidad

El cuadro cambia completamente tan pronto como se comienza a emplear el procedimiento de muestreo en el cual "cada unidad perteneciente a la población tiene una probabilidad, conocida y distinta de cero, de ser seleccionada en la muestra". Este método de selección se denomina "muestreo de probabilidad" o "muestreo aleatorio".

No es preciso hacer resaltar la importancia del carácter aleatorio implícito en la selección. Es una parte esencial de la protección contra los errores sistemáticos, y toda la estructura teórica de la teoría de probabilidades reposa en ello.

Para garantizar su "aleatoriedad", el método de selección deberá ser independiente de la apreciación humana. Para ello hay dos procedimientos básicos:

(a) El método de lotería:
Cada miembro de la población está representado por un disco; los discos se introducen en una urna y tras revolverlos se elige una muestra de la magnitud requerida (con o sin reposición de las piezas extraídas).

(b) El empleo de números al azar:
Los miembros de la población se numeran de 1 a N, eligiéndose n ($n < N$), de una de las tablas de un modo conveniente y sistemático cualquiera. Esto constituye la muestra.

Ambos procedimientos son independientes del juicio humano y garantizan la "aleatoriedad"; el primero porque las unidades de población pueden considerarse como dispuestas al azar, y el segundo debido a que los números usados para llevar a cabo la selección se han incluído al azar.

11.3 Muestreo en espacio y en tiempo

Desde el punto de vista del muestreo las encuestas son de dos tipos:

(a) Encuestas muestrales estáticas o encuestas realizadas en una sola ocasión: con objeto de determinar las características de la población investigada, en cierto momento dado, o alrededor del mismo.

(b) Encuestas muestrales dinámicas o encuestas muestrales a lo largo del tiempo; estas encuestas se emplean principalmente cuando una población está sometida a cambio y debería compilarse información sobre el carácter y rapidez de tal cambio.

El método de muestra empleado para las encuestas muestrales dinámicas en las estadísticas pesqueras, es la de muestra en espacio y en tiempo. Primeramente, se elige, al azar, una muestra de unidades de área. Las unidades de área de muestra se asignan, al azar, a cierto número de períodos de tiempo. Los elementos de información se eligen solamente de entre las unidades seleccionadas área/tiempo.

12. PROCESO DE LOS RESULTADOS DE UNA ENCUESTA DE MUESTREO

12.1 Introducción

Una vez finalizada la parte de campo de la encuesta, comienza el tratamiento del material, tarea que implica una alta especialización. Los principales ingredientes en el proceso de tratamiento de datos provenientes de las encuestas estadísticas de las pesquerías de aguas continentales son:

1. Preparación de textos
2. Cifrado (codificación)
3. Estimación
4. Tabulación
5. Presentación e interpretación de resultados

12.2 Preparación de textos

Antes de que los cuestionarios completados puedan considerarse listos para ulteriores procesos, deberían verificarse para cerciorarse de que están completos, y que son exactos y uniformes.

(a) Verificación de que están completos: El primer punto que hay que comprobar es que haya una respuesta para cada pregunta. Las principales causas de que esto no sea así son:

(i) Que el interrogado se haya negado a responder a una pregunta

(ii) Que el registrador (interrogador) haya olvidado hacer la pregunta o haya omitido inscribir la respuesta

(b) Exactitud: No basta comprobar que se ha respondido a todas las preguntas, sino que deberá tratarse de averiguar si las respuestas son exactas. La inexactitud puede deberse a descuido o a un intento premeditado de dar respuestas confusas, y puede provenir del interrogador o del interrogado. Debería tenerse en cuenta que las respuestas que exijan cálculos aritméticos, aun los de tipo más sencillo, a menudo originan complicaciones.

12.3 Cifrado (codificación)

Los documentos básicos empleados en nuestras encuestas son cuestionarios previamente cifrados, y solamente unas pocas cuestiones han de ser cifradas después de recoger la información respectiva. Este cifrado ulterior, o post-cifrado, generalmente se lleva a efecto durante la preparación de textos (labor de redacción) de los documentos básicos.

12.4 Estimación

La estimación implica el uso de datos de muestra a fin de compilar presupuestos relativos a las características de la población. El procedimiento de estimación (estimaciones manuales) implica:

(a) Transferir los elementos de información desde los documentos básicos a las hojas de trabajo

(b) Las hojas de trabajo han sido concebidas de modo tal que para obtener una estimación sólo hace falta efectuar cálculos muy sencillos

12.5 Tabulación

Los presupuestos (estimaciones) obtenidos de las hojas de trabajo se transfieren a las hojas-resumen de trabajo, que son las tablas detalladas de la encuesta. A partir de estas tablas detalladas se contruyen las tablas resumidas. Estas tablas, generalmente son relativamente pequeñas en tamaño y están previstas para exponer un dato, o unos pocos datos que estén relacionados, tan eficazmente como sea posible.

12.6 Preparación de informes

Cuando se ha finalizado el análisis de una encuesta, generalmente es necesario incluir los resultados en un informe. Las líneas generales del informe se describen en un memorandum preparado por la Subcomisión de muestreo estadístico, dimanante de las Naciones Unidas, que lleva por título "Recomendaciones concernientes a la Preparación de Informes sobre las Encuestas de muestreo". Los puntos principales de recomendaciones son los siguientes:

(a) Finalidad de la encuesta

(b) Cobertura

(c) Elementos (conceptos) de información

(d) Preparación de la encuesta

(e) Operaciones de encuesta

(f) Coste

(g) Personal y equipo.

(h) Exactitud de la encuesta

13. RELACION CUANTITATIVA ENTRE LAS VARIABLES FUNDAMENTALES

13.1 Introducción

Uno de los principales objetivos de la ciencia estadística es estimar los valores de un factor por referencia a los valores de un factor asociado. Cuando la relación entre dos factores es de carácter cuantitativo, el útil estadístico apropiado para descubrir y medir tal relación y expresarla en una breve fórmula se conoce como "correlación).

Puede sorprender a algunos de nosotros, el enterarse de que existe una estrecha relación entre un gran número de variables fundamentales en la esfera de la estadística de pesquerías.

13.2 Algunas variables estadísticas importantes

El usuario de los resultados de las encuestas estadísticas de las pesquerías de aguas continentales, en los países africanos, debería tener presente la actual diferencia entre las magnitudes que siguen:

(i) Producción pesquera (variable "X"):
La producción total de pesca (X) de una industria pesquera es el resultado de las faenas de las unidades económicas de pesca, durante un período de tiempo dado.

(ii) La producción comercial de pescado (variable "Y"):
La producción comercial total de pesca (Y) es una parte de la producción total de pescado que entra en el canal de distribución durante un período de tiempo dado. Además, la producción total de pescado puede dividirse como sigue:

$$Y = Y_1 + Y_2 + Y_3$$

donde:

Y_1 : Producción comercial de pescado que entra en el cauce de distribución a través de los mercados que hay en las orillas del lago

Y_2 : Producción comercial de pescado que entra en el canal de distribución por las sendas que conducen a la red de carreteras principales y a los mercados de tierra adentro

Y_3 : Producción comercial de pescado que se negocia localmente sin pasar por los mercados de las orillas del lago

Del análisis que antecede es fácil establecer las desigualdades siguientes:

(1) $X \geq Y$ ó $D_1 = X - Y$

(2) $Y \geq Y_1$ ó $D_2 = Y - Y_1$

Las magnitudes secundarias D_1 y D_2 son de distinta naturaleza. Concretamente, D_1 expresa principalmente (autoconsumo) + (sueldos y servicios pagados en pescado) + (pescado cedido a los parientes) + (pérdidas de pescado). D_2 expresa la cantidad de la producción comercial de pescado que no llega a los mercados existentes de las orillas del lago. La magnitud de D_2 es función de la distribución de área de la industria pesquera, de la red de transportes existente, así como del poder adquisitivo de los consumidores locales. Para una familia que habite cerca de los lagos africanos, se estimó que el valor de D_2 oscila entre:

D_2/min. — D_2/max.

0,15 Y — 0,60 Y

13.3 Relación cuantitativa entre las variables "X" e "Y"

La tabla que sigue muestra la producción pesquera anual y la producción comercial anual de diez sitios de pesca en un lago pequeño dado (peso en vivo). Preparar el "diagrama de dispersión" que ilustre la relación existente entre estas dos variables (ejemplo):

Número de serie del sitio de pesca	Producción de pesca (toneladas met.)	Producción comercial de pesca (toneladas met.)
	x	y
1	120	96
2	150	120
3	80	64
4	200	160
5	120	96
6	60	48
7	40	32
8	80	64
9	250	200
10	300	240

13.3.1 Preparación de un diagrama de dispersión

(i) Trazar dos líneas rectas OX y OY perpendiculares entre sí (estas líneas se llaman ejes)

(ii) Marcar a lo largo del eje X la producción de pesca, mientras que la producción comercial se señala a lo largo del eje Y

(iii) Señalar los puntos que indican la producción comercial de pesca correspondientes a una producción de pesca dada

13.3.2 La ecuación de regresión $y = f(x)$

A juzgar por el gráfico del ejemplo anterior, vemos que la relación entre las dos variables es lineal, y que la línea recta parece ser una buena adaptación a los resultados empíricos. La ecuación general establecida viene dada por:

$$y = a + bx$$

13.3.3 Cálculo del coeficiente de regresión (método sencillo)

De los valores que figuran en la tabla anterior, pueden obtenerse dos pares de valores. Por ejemplo:

cuando, $x = 60$ $y = 48$
$x = 80$ $y = 64$

Sustituyendo estos valores en la ecuación $y = a + bx$, se obtiene:

$$48 = a + 60b \quad (1)$$
$$64 = a + 80b \quad (2)$$

Restando (2) de (1):

$$-16 = -20b$$
$$b = 0,8$$
$$a = 0$$

Y la ecuación será:

$$y = 0 + 0,8x$$

ó bien, $$y = 0,8x \qquad (3)$$

Partiendo de la ecuación (3) pueden hacerse estimaciones de la producción comercial de pesca para cualquier nivel de producción pesquera dentro de los límites de las observaciones que figuran en la carta.

13.3.4 Significado del coeficiente "b" de regresión estimado

En el ejemplo anterior se determinó que el valor del coeficiente "b" de regresión era igual a 0,8. Esto quiere decir que de cada unidad de producción de pesca el 80 por ciento va a la producción comercial.

13.4 Relación cuantitativa entre las variables "U" y "W"

Los estudios experimentales en el lago "L" han puesto de manifiesto que existe una relación cuantitativa entre las dos variables que siguen:

Variable "U" : Número de embarcaciones pesqueras existentes por sitio de pesca (enfoque acuático)

Variable "W" : Número de embarcaciones pesqueras vistas (enfoque aéreo)

13.4.1 Formulación del problema

Durante el año 1969, en el lago "L" se llevó a cabo cierto número de estudios estadísticos, encaminados a descubrir "características de control" apropiadas, que son valiosas al planear encuestas muestrales en gran escala. En las encuestas se estudió, entre otras cosas la relación cuantitativa existente entre las variables "U" y "W".

Para las operaciones de encuesta, se dividió la línea costera del lago en cierto número de zonas de igual tamaño, y una de ellas se tomó como "zona de control" - dentro de la zona seleccionada se llevaron a cabo dos encuestas estructurales (EEs). EE_1 siguiendo el enfoque acuático y EE_2 con arreglo al enfoque aéreo. La tabla que sigue proporciona los resultados obtenidos (ejemplo):

Lago "L", zona de control, 1969

Núm.de serie de los sitios de pesca hallados	Núm.de embarcaciones pesqueras vistas *	Núm.de embarcaciones pesqueras existentes
	w	u
1	6	10
2	7	10
3	12	20
4	5	5
5	25	40
6	20	30
7	6	10
8	4	6
9	5	8
10	14	20
11	7	11
12	20	30
13	15	20
14	6	10
15	21	30
16	6	10
17	10	15
18	4	5
19	4	10
20	3	10

* Núm. de embarcaciones de pesca vistas en la playa y en el agua

13.4.2 Diagrama de dispersión

El diagrama de dispersión basado en los datos de la tabla anterior, muestra que hay una relación cuantitativa entre las dos variables "W" y "U", y que la línea recta parece ser una buena adaptación a los resultados empíricos.

13.4.3 Ecuación de regresión lineal u = f(w)

La ecuación general establecida viene dada por:

$$u = a + bw$$

De los valores que figuran en la tabla del párrafo 13.4.1, pueden obtenerse dos pares de valores correspondientes de "u" y "w". Por ejemplo:

cuando, $w = 20$ $u = 30$

$w = 10$ $u = 15$

Sustituyendo estos valores en la ecuación $u = a + bw$, se obtiene:

$$30 = a + 20b \quad (1)$$

$$15 = a + 10b \quad (2)$$

Restando (2) de (1):

$$15 = 10b$$
$$b = 1,5$$
$$a = 0$$

Y la ecuación será:

$$u = 1,5w \qquad (3)$$

Partiendo de la ecuación (3) pueden hacerse estimaciones del número de embarcaciones pesqueras existentes por sitio de pesca, para cualquier número de embarcaciones de pesca vistas desde el aire, dentro de los límites de observacion que figuran en la carta.

13.4.4 Significado del coeficiente "b" de regresión estimado

En el ejemplo anterior se determinó que el coeficiente "b" era igual a 1,5. Esto quiere decir que a cada unidad de "embarcaciones pesqueras vistas" corresponden 1,5 (la mitad más) de "embarcaciones pesqueras existentes".

PART III: TECNICAS DE MUESTREO (CURSO AVANZADO)

14. IDEAS FUNDAMENTALES ACERCA DEL MUESTREO

14.1 Exactitud y precisión

Una de las etapas en el "sistema de encuestas" de una encuesta de muestras es la selección de la muestra de la encuesta. Como resultado de una encuesta muestral pueden calcularse estimaciones acerca de las características de la población que se investiga. Se dice que una estimación calculada a partir de la muestra es precisa, si está cerca del "valor esperado", es decir, la cuenta censal tomada bajo condiciones experimentales idénticas. Por ejemplo, si $\bar{y}$ expresa el valor medio de una muestra de características dadas y m el valor esperado correspondiente, la precisión absoluta de la estimación viene dada por:

$$|d| = |\bar{y} - m|$$

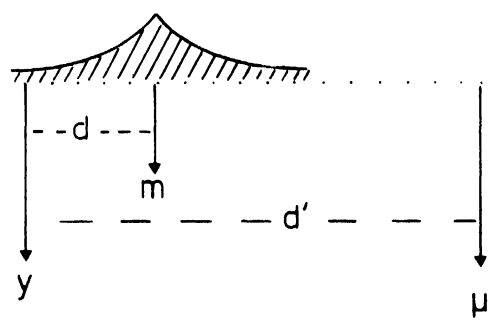
La estimación calculada puede no estar necesariamente cerca del valor verdadero que se persigue; es decir, no necesita ser exacta. En nuestra notación, si μ es el valor verdadero, la exactitud absoluta de la estimación viene dada por:

$$|d'| = |y - \mu|$$

De lo que antecede es evidente que la precisión se refiere a la proximidad de una estimación de muestra al valor esperado, mientras que la exactitud se refiere a lo cerca que esté del valor verdadero. La desviación entre el valor esperado y el valor verdadero ocurre cuando los errores presentes en los datos no dan, como promedio un valor igual a cero.

Conviene observar que el valor esperado puede obtenerse a partir de repetidas aplicaciones del procedimiento de muestreo dado[1/]. En la figura que sigue (Figura 1) se da una explicación gráfica del significado de los conceptos precisión y exactitud de la muestra estimada $\bar{y}$.

Figura 1 Distribución de muestreo de las estimaciones



1/ El valor esperado es la media de la distribución de frecuencia de las estimaciones de todas las posibles muestras derivadas de repetidas aplicaciones del método de encuesta dado. La distribución de frecuencia de las estimaciones se llama también distribución de muestreo de las estimaciones

Del análisis que antecede resulta evidente que el grado de precisión de una estimación de muestras depende de lo disperso de la distribución de muestreo, y esto se mide convenientemente por la desviación tipo standard que corresponda, es decir, por el error medio cuadrático de la estimación. Si la estadística de muestras en cuestión es el valor total de una característica, en ese caso la distribución que corresponde es la "distribución de muestreo del total", el error pertinente es el "error del total"; si se trata de una proporción, los términos son "distribución de muestreo de proporción" y "error característico de proporción".

14.2 Fuentes de error en las encuestas muestrales

Es importante, tanto desde el punto de vista teórico como práctico, clasificar las diversas clases de errores que surgen en el sistema de encuestas de una encuesta muestral, en las dos categorías que siguen:

(i) Errores de muestreo

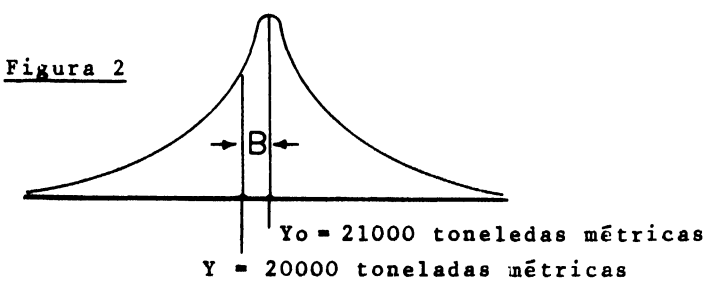
(ii) Errores que no provienen del muestreo

Concretamente, en la teoría del muestreo, el concepto de errores de muestreo se introducen bajo el supuesto de que cualquier medición de la unidad enésima resulta correcta para tal unidad (prescindiendo de los errores de medición). Además, no faltan ejemplos que demuestran que los errores de medición u observación, o los errores de respuesta aparecen cuando se lleva a cabo una encuesta (o se efectúa un censo). En la esfera de los errores no provenientes del muestreo, están incluídos los errores de respuesta, errores de cobertura y errores de proceso (tratamiento), etc. En las secciones que siguen se analiza el significado de los errores de muestreo (secciones 14.2a-d) y de los errores que no provienen del muestreo (secciones 14.2e-g).

14.2a Sesgo de la estimación

En textos y manuale de estadística matemática se analiza el sesgo (asimetría) que se atribuye al estimador de una encuesta muestral, es decir, la diferencia entre el valor esperado y el valor verdadero. La estimación proporcionada[1/] constituye un buen ejemplo de estimación sesgada. En el método de relación, el promedio (o valor esperado) de todas las estimaciones de muestras no es necesariamente igual al parámetro que está bajo estimación. Por ejemplo, si la cantidad verdadera de la captura total de pescado en un año dado en el lago A es Y = 20000 toneladas métricas, y el pertinente valor esperado, basado en el método del estimador proporcionado, es Yo = 21 000 toneladas métricas, la estimación proporcionada está sujeta a un sesgo de un nivel B = Yo-Y = 21 000 - 20 000 toneladas métricas = 1 000 toneladas métricas. En la figura que sigue (Figura 2) hay una presentación gráfica del significado del sesgo de la estimación proporcionada basada en muestras grandes:

Figura 2



1/ Véase sección 15.5

14.2b Selección de medias de estructuras de muestreo incompletas

El muestreo de área a base de mapas se emplea a menudo en las encuestas estadísticas de pesquerías en las aguas continentales de Africa. Este procedimiento puede proporcionar una muestra no distorsionada (sin sesgo) si están completas las estructuras de muestreo utilizadas. La misma situación se produce cuando las unidades de muestreo se eligen basándose en diferentes listas y registros de las unidades. El empleo de listas incompletas a menudo proporciona una muestra fuertemente sesgada.

14.2c No hay respuestas

Como en el caso de la estructura de muestreo incompleta, existe el riesgo de sesgo en la selección de datos en que, partiendo de las unidades elegidas en la muestra, no es posible obtener información acerca de las características investigadas. Es un riesgo de sesgo basar los resultados de la encuesta únicamente en las respuestas, puesto que las personas que no respondan pueden ser diferentes de las que respondan. La teoría del muestreo encamina hacia los métodos apropiados para tratar los casos de falta de respuesta.

14.2d Otras fuentes de sesgo en el muestreo

(i) En el muestreo sistemático[1/] si la población consiste en una tendencia periódica, v.g., una curva senoidal simple, la efectividad de la muestra depende del valor del intervalo de espaciado. Concretamente, la selección sistemática puede dar lugar a sesgo si el intervalo de espaciado es un múltiplo par del semiperíodo.

(ii) La utilización de muestras intencionales o muestras de cuota (muestreo por cuotas), puede dar lugar a resultados sesgados.

(iii) La utilización de muestras intencionales o muestras de cuota (muestreo por cuotas), puede dar lugar a resultados sesgados.

14.2e Errores de respuesta

En las secciones anteriores se ha indicado que, en la consecución del planeamiento óptimo del muestreo, se ha partido del supuesto que la tarea consiste en estimar, a partir de una muestra, lo que se habría obtenido partiendo de un censo completo llevado a cabo en idénticas condiciones. Esta exposición del problema evita tener que tratar de los errores de respuesta, es decir, errores de observación que ocurran en un censo efectuado con igual cuidado. A este respecto, el verdadero problema es la medición de los errores de respuesta. Concretamente, hay tres puntos que merecen consideración: (i) Cómo surgen los errores de respuesta; (ii) Detección de los errores de respuesta; y (iii) Estimación de la varianza de respuesta.

(i) Cómo surgen los errores de respuesta

Supongamos que se le pregunta a un pescador la cantidad de peces capturados en un cierto día, y que la respuesta obtenida es x_{jt}[2/]. Empleando el enfoque de

1/ Véase sección 15.4

2/ El sufijo t se refiere a pruebas (tanteos) y el sufijo j a unidades en la población

"medición real", la cantidad efectiva de peces capturados viene dada por y_j. Desde el punto de vista del muestreo, la respuesta x_{jt} obtenida es una variable aleatoria[1/] cuya media es $\bar{X}_j$ (respuesta individual promedio) y su variancia σ_j^2. Si en el lugar de que se trata hay N pescadores se tendrá:

$$\bar{X}_{j=1}, \bar{X}_{j=2}, \ldots, \bar{X}_{j=N}$$

que son las respuestas individuales medias a la pregunta "cantidad de peces capturados en un día dado". La media aritmética de $\bar{X}_j$, es decir:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{N} \bar{X}_j$$

se denomina "valor de encuesta esperado", que se obtiene en condiciones experimentales dadas de la encuesta. Además, la media aritmética de los valores verdaderos y_j viene dada por:

$$\bar{Y} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{N} y_j$$

Empleando nuestra notación, la diferencia:

$$B' = \bar{X} - \bar{Y}$$

se denomina "sesgo de la encuesta" cuando la finalidad es calcular $\bar{Y}$, es decir, la cantidad media de peces capturados por pescador/cierto día.

(ii) Detección de los errores de respuesta

La pasada experiencia ha demostrado que la magnitud y dirección de la diferencia entre el valor verdadero y el valor obtenido a partir de la encuesta, depende del método empleado en la encuesta, la preparación de los documentos básicos y del factor humano, es decir, del registrador y del interrogado.

En la esfera de las encuestas estadísticas en gran escala, la detección de los errores de respuesta se obtiene mediante las Encuestas de Verificación de Calidad (EVCs). Este tipo de encuestas se refieren a estudios intensivos de muestras relativamente pequeñas, y en ellos se hace todo lo posible para alcanzar el grado más elevado de eficiencia. Mediante las EVCs se determinan la magnitud y dirección de los "errores crasos", es decir, las diferencias algebraicas que se calculan comparando las respuestas individuales entre la encuesta principal y la de verificación de calidad, estimándose la magnitud del "error neto", que es el error que subsiste tras la cancelación que se produzca entre errores crasos. Conviene observar que muchas de las desviaciones de las respuestas individuales pueden ser muy grandes. Esto no quiere decir que el sesgo de la respuesta de la encuesta sea necesariamente grande. Algunos de los errores individuales pueden ser positivos, algunos otros pueden ser negativos, y el sesgo de la respuesta puede ser pequeño.

(iii) Estimación de la variancia de respuesta

La variancia de la respuesta, al igual que la variancia de muestreo, puede ser estimada a partir de los datos de muestra obtenidos. Esto puede ilustrarse con un ejemplo: El extenso sitio pesquero del Lago Volta (Ghana), en que se albergan N = 315 unidades económicas pesqueras. Para obtener una estimación del nivel de variancia de respuesta del promedio de capturas por unidad, se empleó el sistema de encuesta siguiente:

1/ La diferencia $x_{jt}-\bar{X}_j$ se denomina la "desviación de la respuesta individual", y la diferencia $\bar{X}_j-y_j$ se denomina "sesgo de la respuesta individual"

Mediante las encuestas de verificación de cobertura[1/] se pueden calcular aproximadamente las fuentes de los errores de cobertura, así como sus magnitudes.

1. Se eligió una muestra de $n = 30$ unidades económicas de pesca en un cierto día de pesca y se tomó información de las capturas por el procedimiento de "medición real".

2. En el día t_0+1 se seleccionó un muestreo de $n'=100$ unidades económicas de pesca (en las n' unidades estaban incluídas las n unidades de la muestra) y se compiló la información de capturas en el día t_0 (x) empleando el método de las "entrevistas".

En la tabla que sigue, figuran los estimadores de la variancia total, la variancia de muestreo y la variancia de respuesta, que se refieren a este ejemplo:

Fuente de variancia	Estimadores
1. Variancia de respuesta	$s_r^2 = (\frac{1}{n} - \frac{1}{n'})s_d^2$, donde, $s_d^2 = \frac{1}{n-1}\left(\sum_i^n d_i^2 - \frac{(\sum_i^n d_i)^2}{n}\right)$ y, $di = y_i - x_i$
2. Variancia de muestra	$s_s^2 = (\frac{1}{n'} - \frac{1}{N})s_y^2$, donde, $s_y^2 = \frac{1}{n-1}\left(\sum_i^n y_i^2 - \frac{(\sum_i^n y_i)^2}{n}\right)$
3. Variancia total	$s_T^2 = s_r^2 + s_s^2 = (\frac{1}{n} - \frac{1}{n'})s_d^2 + (\frac{1}{n'} - \frac{1}{N})s_y^2$

Conviene observar que cuando se trata de encuestas en gran escala, el control de los errores de respuesta se consigue mediante la debida selección, adiestramiento y supervisión del personal de campo de las encuestas, verificaciones de coherencia de los cuestionarios finalizados, repetición de entrevistas, etc.

14.2f Errores de cobertura y de contenido

Una encuesta estructural llevada a cabo en aguas continentales, constituye una operación de importancia que exige el empleo de enumeradores y demás personal a diferentes niveles, embarcaciones de transporte, automóviles, etc. Dado el tamaño global de las diversas operaciones que comprende, así como las peculiaridades de la población que se investiga, es probable que se introduzcan errores de diferentes tipos. En las encuestas estructurales hay que vigilar dos clases de errores.

(i) Errores de cobertura: es decir, 1) omisiones o inclusiones erróneas de unidades económicas de pesca dentro de los sitios de pesca que comprenda la encuesta estructural.

1/ a) Sección 5.3

b) Encuestas estructurales en el Lago Volta, St.S./2, FIO:SF/GHA/10, March 1970, by G.P. Bazigos

(ii) Errores de contenido: es decir, errores en los informes del número de aparejos que poseen los pescadores, número de aparejos pescados, etc. (véase sección 14.2e).

Mediante las encuestas de verificación de cobertura[1/] se pueden calcular aproximadamente las fuentes de los errores de cobertura, así como sus magnitudes.

14.2g Otras fuentes de sesgo que no provienen del muestreo

1. Errores de preparación de textos:
Una vez finalizados los trabajos de campo de la encuesta, comienzan las diversas etapas de proceso y tratamiento del material y la muy delicada tarea de analizarlo. No puede darse por sentado que los datos provenientes del campo están libres de errores. Si los cuestionarios terminados no se verificasen en la fase de preparación de textos del sistema de encuestas, habría omisiones, inexactitudes y falta de coherencia que afectarían grandemente a la fiabilidad de los resultados obtenidos.

2. Errores de cifrado (codificación):
Otros orígenes de sesgo surgen del cifrado de las características investigadas. Para evitar errores de cifrado, los codificadores deberán practicar en una muestra de datos, discutiéndose los problemas que surjan, a fin de dar uniformidad y coherencia a los procedimientos.

3. Errores aritméticos y de registro:
Estos errores, que se producen en la etapa en que se calculan las estimaciones de las magnitudes investigadas, así como en el proceso de tabulación, afectan grandemente al grado de fiabilidad de los resultados obtenidos.

14.3 Error Medio Cuadrático (EMC)

Los usuarios de las estadísticas están siempre interesados en el grado de fiabilidad de los resultados obtenidos a partir de una encuesta de muestras dada. El índice del efecto conjunto del sesgo y del error aleatorio constituye el EMC. Concretamente, en la teoría de muestreo estimadores del EMC se han producido para los dos casos que siguen:

(i) Error medio cuadrático de estadísticas cuando se prescinde de los errores de respuesta

(ii) Error medio cuadrático de estadísticas cuando se toman en cuenta los errores de respuesta

Para definir el error medio cuadrático en el caso (i) empleamos la notación ya establecida en las secciones anteriores. Para una estadística z dada en la muestra (es decir, total, media, proporción, etc.), sea m el valor esperado (m=E (z), donde el operador E significa el valor esperado), el error característico de la estimación es σ_z y la varianza de la estadística es: $V(z) = \sigma_z^2$

1/ Véase: 1) Sección 5.3
2) Encuestas estructurales en el Lago Volta, St.S./2, FIO:SF/GHA/10, por G.P. Bazigos

Si μ es el valor verdadero del parámetro objeto de estimación, el sesgo viene dado por:

$$B = m - \mu$$

La fórmula correspondiente al error medio cuadrático viene dada por:

$$\begin{aligned} EMC(z) &= E(z-\mu)^2 \\ &= E\{(z-m) + (m-\mu)\}^2 \\ &= V(z) + B^2 \\ &= V(z)\ \{1 + (\frac{B}{\sigma_z})^2\} \end{aligned}$$

Del análisis que antecede es evidente que si z no está sesgada coincidirán la variancia y el Error Medio Cuadrático de la estadística. De dos estimadores, z_1 y z_2, aquél que dé el menor error medio cuadrático, respecto al parámetro que ha de estimarse, será el preferido.

En el caso (ii), el Error Medio Cuadrático de la estadística $\overline{x} = \frac{1}{n} S_{xjt}$ (véase sección 14.2e) viene dado por:

$$E(\overline{x}-\overline{Y})^2 = A + B + C + D$$

Donde,

$$A = V\left(\frac{1}{n}\sum(x_{jt}-\overline{X}_j)\right)$$, es la variancia de respuesta

$$B = V\left(\frac{1}{n}\sum(\overline{X}_j - \overline{X})\right)$$, es la variancia de muestreo

$$C = 2Cov.\left(\frac{1}{n}\sum(x_{jt}-\overline{X}_j),\ \frac{1}{n}\sum(\overline{X}_j-\overline{X})\right)$$, refleja las correlaciones entre respuesta y desviaciones de muestreo, y

$$D = (\overline{X}-\overline{Y})^2$$, es el cuadrado del sesgo de respuesta

14.4 Aplicación de los intervalos de confianza para detectar el sesgo (se prescinde de los errores de medición)

Se ha indicado que puede detectarse el sesgo debido al muestreo mediante el análisis de la estructura orgánica de la muestra. A veces es posible estudiar el efecto final del sesgo comparando las estimaciones de muestras con los resultados de una encuesta de censo, si se dispone de tal información, o con información suplementaria pertinente.

Para ello emplearemos la notación siguiente: z es la estadística muestral de n elementos, siendo σ_z el error típico de estadística, y Z el valor parámetro de población. Un valor igual a t veces el error típico, es el margen de error: $\delta = t\sigma_z$.

La probabilidad de que el intervalo $z \pm \delta$ comprenda el parámetro de población es: $P\ (z - \delta < Z < z + \delta)$

En el caso de sesgo, el intervalo de confianza no contiene el parámetro de población en el nivel de probabilidad dado. Una indicación de la magnitud del sesgo de la estadística puede obtenerse comparando el valor de Z con los límites establecidos (inferior y superior) del intervalo de confianza.

14.5 Métodos de "desesgado"

En muchos casos, se pide a los encargados de compilar estadísticas pesqueras que evalúen la eficiencia de los procedimientos de muestreo de varias encuestas de muestras emprendidas, cuando la preparación se hizo por una persona poco experimentada. En la mayoría de los casos las muestras seleccionadas están sesgadas. ¿Cómo pueden mejorarse los resultados de las encuestas de muestras, eliminando o al menos reduciendo el sesgo? Una solución sería preparando una nueva encuesta basada en sanos principios estadísticos. Sin embargo, esta solución es muy costosa y difícilmente proporciona una solución práctica al problema. Por tanto es conveniente no alterar la estructura de la muestra y tratar de obtener mejores resultados basándose en la muestra dada, pese a su sesgo. El sesgo de la muestra puede disminuirse empleando ciertos métodos de "desesgado":

(1) El sesgo de estimación puede eliminarse eligiendo el estimador debido o aumentando el tamaño de la muestra, o empleando el método de estratificación después de la selección y ponderándolo con la proporción real de estratos.

(2) El sesgo debido a estructuras de muestreo incompletas puede eliminarse introduciendo factores de corrección en el procedimiento de estimación de la encuesta.

(3) En el caso de que no haya respuesta, se elige una muestra pequeña de la muestra de quienes no han respondido, y los datos de la sub-muestra se utilizan a fin de revisar las estimaciones de muestra. Desde el punto de vista de muestreo, la población investigada se compone de dos subpoblaciones o estratos: La de los que responden (N_1) y la de los que no responden (N_2), ($N = N_1 + N_2$). Sea n_1 el número de los "respondentes" de muestra, mientras que n_2 unidades dejaron de responder. Se toma una sub-muestra de magnitud $r_2 = \frac{1}{k} n_2$ de los que no han respondido, y se recoge información de estas unidades. La estimación de la media de la población viene dada por:

$$\hat{\bar{y}} = \frac{1}{n} (n_1 \bar{y}_1 + n_2 \bar{y}_2)$$

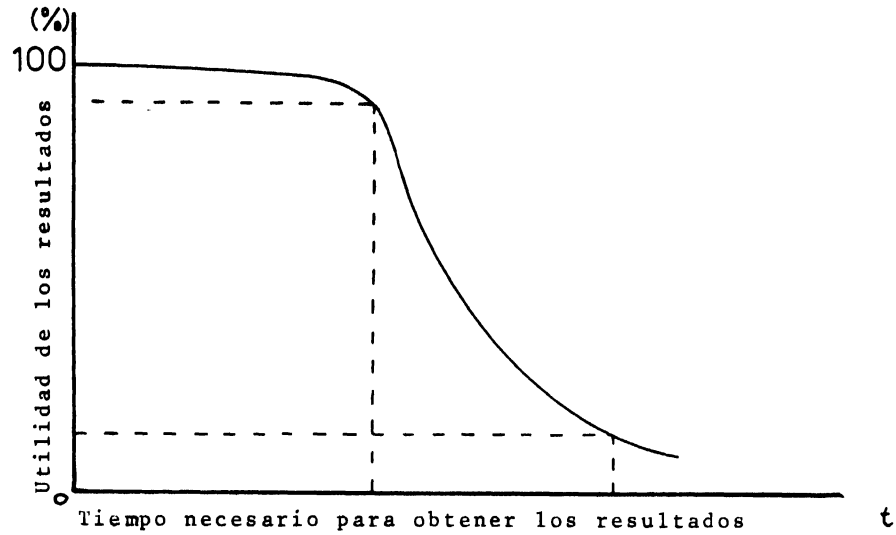
Donde,

$$\bar{y}_1 = \frac{1}{n_1} \sum_{j=1}^{n_1} y_{1j}, \bar{y}_2 = \frac{1}{r_2} \sum_{j=1}^{r_2} y_{2j}$$

14.6 Costos de las encuestas estadísticas de pesquería

Con un extenso y creciente número de proyectos de muestras, provocados por el desarrollo de la teoría de muestreo, la elección de un criterio que se aproxime al óptimo no resulta nada fácil. Desde el punto de vista de muestreo, el proyecto ha de elegirse de forma que proporcione la cantidad de información requerida, a la exactitud (precisión) especificada, al coste mínimo; o bien, el proyecto que proporcione la información requerida, a un coste especificado, con la máxima exactitud (precisión). No obstante, en el proceso inherente al diseño de una encuesta muestral, deberían tenerse en cuenta también otros factores. En la esfera de la estadística pesquera, el tiempo que transcurra desde el planeamiento o preparación de las encuestas hasta la publicación de los resultados, influye sobre manera en la utilidad de los resultados obtenidos. En la figura que sigue (Figura 3) puede verse la representación gráfica de la relación entre el tiempo que se necesita para obtener los resultados y la utilidad de tales resultados.

Figura 3



Entre los diversos argumentos en favor del empleo de los procedimientos de muestreo, se cita que el método de muestreo a menudo puede proporcionar la necesaria información con mayor rapidez y a menos coste que realizando una enumeración completa. Por tal razón, la información sobre el coste que supone una encuesta de muestras es de especial importancia (valor) por lo que toca al desarrollo de las encuestas muestrales dentro de los países, y es también una ayuda para otros países miembros. Como cada operación implica gasto, se hace un intento de emplear procedimientos simples y directos, procedimientos que puedan finalizarse dentro de los calendarios previstos, y que tomen en consideración todas las exigencias administrativas. En la figura que sigue (Figura 4) están representadas gráficamente las diversas fases del sistema de encuestas de una Encuesta actual referente a Evaluación de Capturas (EEC) en aguas continentales.

Desde el punto de vista del muestreo, hay que distinguir dos tipos de cálculo de costos:

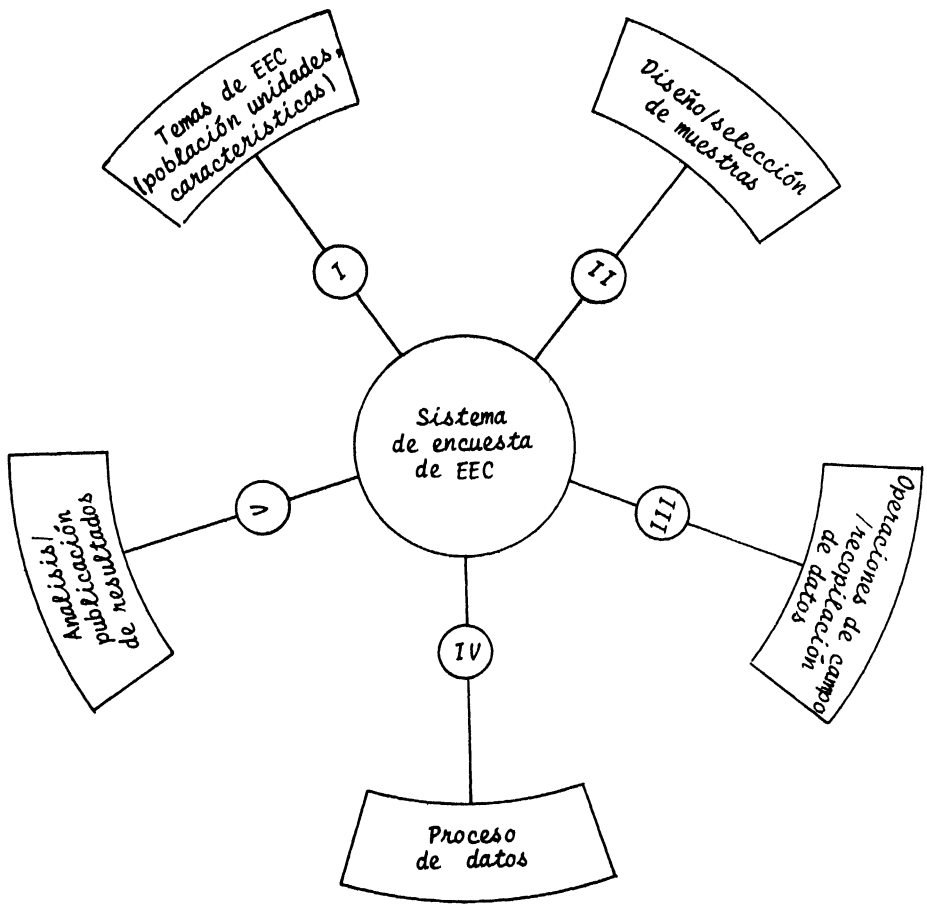
(i) Coste preestimado, es decir, cálculo de los gastos durante el proceso de preparación de la encuesta

(ii) Coste efectivo, es decir, cálculo de los gastos una vez finalizada la encuesta

Además, para lograr un planeamiento óptimo, es casi indispensable determinar la "función costo", es decir, la función que indica la relación cuantitativa entre costo y magnitud de la muestra de la encuesta.

Para una mejor presentación de las partidas de gastos de una EEC, se emplea una tabla de doble entrada. En la tabla que sigue, el primer criterio de clasificación se refiere a las diversas fases del sistema de encuestas de una encuesta de evaluación de capturas, y el segundo criterio se refiere al tipo de las partidas de gastos, a saber, gastos de una sola vez, gastos fijos actuales, gastos variables actuales.

Figura 4


Temas de EEC
(población unidades,
características)
I
Diseño/selección
de muestras
II
Sistema
de encuesta
de EEC
III
Operaciones de campo
/recopilación
de datos
IV
Proceso
de datos
V
Análisis/
publicación
de resultados

Partidas de gastos de una Encuesta actual de Evaluación de Capturas (EEC)

Fases del sistema de encuestas - EEC	Gastos por una sola vez	Gastos actuales		Observaciones
		Gastos fijos	Gastos variables	
A. Temas de la EEC				
1. Análisis provisional del material disponible	x			
2. Encuestas de reconocimiento	x			
3. Análisis de los resultados	x			
4. Definición de varias unidades de muestreo y características de población	x			
5. Preparación del sistema de cifrado	x			
6. Selección del personal de campo	x			
7. Apertura/mantenimiento de ficheros de personal de campo		x		
B. Diseño de muestras				
1. Evaluación de la calidad de las estructuras de muestreo existentes	x			
2. Encuestas de Verificación de Cobertura (EVCs)*	x			
3. Análisis de los resultados de las EVCs	x			
4. Selección de la muestra de la encuesta	x			
5. Preparación de los documentos básicos de la EEC	x			
6. Adiestramiento del personal de campo	x			
7. Encuesta mini-piloto	x			
8. Encuesta piloto principal	x			
C. Trabajos de campo				
1. Preparación/asignación de material cartográfico al personal de campo		x		
2. Preparación/asignación de documentos básicos al personal de campo		x		
3. Identificación/sustitución de sitios de pesca seleccionados			x	
4. Trabajos de campo		x		
5. Supervisión de campo		x		
6. Movimientos de la unidad de apoyo		x		
D. Proceso (tratamiento) de datos				
1. Verificar los formularios completados y ulteriores consultas		x		
2. Cifrados y verificación		x		
3. Estimación de las características de control (cálculos manuales)		x		Empleando hojas de trabajo
4. Tabulación y ajuste (manual)		x		
5. Verificación de Tablas		x		
6. Tabulación mecánica		x		
E. Análisis/Publicaciones				
1. Análisis aritmético		x		
2. Evaluación gráfica		x		
3. Preparación de informes		x		
4. Publicación de resultados		x		
5. Respuestas a preguntas especiales de los usuarios			x	

* Durante esta fase podrían efectuarse encuestas de verificación de cobertura

14.7 Integración de las encuestas de muestras

Las modernas encuestas muestrales están adoptando un carácter de objetivos múltiples, en el sentido de que se compila información sobre centenares de temas que pertenecen a diferentes esferas de investigación, y que los resultados deberán salir a la luz antes de que resulten anticuados. En los programas de investigación referentes a las aguas continentales de Africa, la demanda de datos queda normalmente satisfecha mediante una serie de encuestas diferentes, a saber, encuestas estadísticas de pesquerías, encuestas biológicas, encuestas limnológicas, etc. Aunque los diversos campos de investigación quedan abarcados por programas de investigación concretos, resulta muy importante integrar el sistema de encuestas de las diversas encuestas y los recursos disponibles. La integración implica mayor eficiencia y menor costo para las encuestas que abarcan la población que se investiga. Las principales fases operacionales en las cuales podría conseguirse integración son:

(a) Integración en la etapa de muestreo

(b) Integración de los trabajos de campo

(c) Integración del proceso (tratamiento) pre-mecánico de datos

(d) Integración de proceso (tratamiento) mecánico de datos

(e) Integración de los aspectos organizadores de las encuestas

15. TIPOS DE DISEÑOS DE MUESTRAS

15.1 Introducción

Este capítulo tiene por objeto presentar, en forma sucinta una colección de los tipos de diseños de muestras empleados en las estadísticas de pesquerías (aguas continentales) en la actualidad, con indicaciones implicadas en su aplicación. Se confía en que los métodos de muestreo expuestos en este capítulo con ilustraciones, harán que sea más eficiente el muestreo que llevan a cabo los especialistas respectivos.

15.2 Muestreo Aleatorio Simple (MAS)

Suponiendo que en un estanque piscícola haya N peces (especies A), y que estas unidades puedan todas diferenciarse entre sí, podrán denotarse por:

Pez: 1ro, 2do, 3ro, ..., $N^{ésimo}$

o bien,

Unidad: $a_1, a_2, a_3, \ldots, a_j, \ldots a_N$, $(j = 1, 2, 3, \ldots, N)$

Consideremos ahora las preguntas siguientes: Si N es igual a 4, cuántas muestras distintas[1/] de tamaño n=2 pueden extraerse de N unidades? El número de muestras distintas viene dado por la fórmula de combinatoria siguiente:

$$\binom{N}{n} = \frac{N!}{n!(N-n)!} = \frac{4!}{2!\,2!} = 6$$

1/ No se permite que el mismo pez aparezca dos veces en la muestra (muestreo sin reposición)

Las seis muestras distintas de tamaño n = 2 figuran en la tabla que sigue:

Muestra	Unidades de muestras
S_1	a_1, a_2
S_2	a_1, a_3
S_3	a_1, a_4
S_4	a_2, a_3
S_5	a_2, a_4
S_6	a_3, a_4

Si el procedimiento de selección es tal que cada muestra tenga igual probabilidad de ser elegida, el tipo de muestreo se denomina muestreo aleatorio simple.

En la prácticas es imposible producir cada vez todas las distintas muestras de tamaño n y elegir una de ellas. Corrientemente, una muestra aleatoria simple se extrae unidad por unidad. Las unidades en la población están numeradas desde 1 a N y luego se extraen mediante una tabla de números inscritos al azar[1/]. Las unidades que en la población llevan estos números constituyen la muestra. Se ha demostrado que este método produce muestras aleatorias simples.

15.2.1 Estimación de la media y total de la población (MAS)

Suponiendo que para cada unidad a_j en la población, va unido un valor aleatorio y_j para la característica (y), y empleando la notación adoptada en este trabajo, pueden definirse las magnitudes siguientes:

(a) Total de población: $Y = \sum_{j=1}^{N} y_j = y_1 + y_2 + y_3 + \ldots + y_N$

(b) Media de población: $\overline{Y} = \frac{Y}{N} = \frac{1}{N}(y_1 + y_2 + y_3 + \ldots + y_N)$

(c) Total de muestra: $y = \sum_{j=1}^{n} y_j = (y_1 + y_2 + y_3 + \ldots + y_n)$

(d) Media muestral: $\overline{y} = \frac{y}{n} = \frac{1}{n}(y_1 + y_2 + y_3 + \ldots + y_n)$

(e) Total de población estimada: $\hat{Y} = N\overline{y}$

Se ha demostrado que en el muestreo aleatorio simple la media muestral $\overline{y}$ es una estimación insesgada de la media de población $\overline{Y}$.

Ejemplo 1

Un estanque piscícola contiene N = 1 200 peces.
Se seleccionó una muestra aleatoria simple de n = 40 peces, obteniéndose su peso total (y = 2 000 gramos):

1/ No se admite que el mismo número entre en la muestra más de una vez (muestreo sin reposición). La tabla de números inscritos al azar figura en al Apéndice IIIa

(a) Cuál es el peso total de los peces en la población (estimada)?

(b) Cuál es el peso medio estimado, por pez?

Solución:

1. $\hat{Y} = N\bar{y} = \frac{N}{n}y = \frac{1\ 200}{40} \times 2\ 000 \text{ gr} = 60 \text{ kg}$

2. $\bar{y} = \frac{y}{n} = \frac{2\ 000}{40} = 50 \text{ gr}$

15.2.2 Error de muestreo de $\bar{y}$

Se ha demostrado que en el muestreo aleatorio simple (wrp) la variancia de la media muestral viene dada por[1/]:

$$(1) \qquad V(\bar{y}) = \frac{1}{n}(1 - \frac{n}{N})S_y^2 = (\frac{1}{n} - \frac{1}{N})S_y^2 = (\frac{N-n}{nN})S_y^2$$

donde S_y^2 es la variancia por unidad en la población.

$$S_y^2 = \frac{1}{N-1}\sum_{j=1}^{N}(y_j - \bar{Y})^2 = \frac{1}{N-1}\left(\sum_{j=1}^{N} y_j^2 - \frac{\left(\sum_{j=1}^{N} y_j\right)^2}{N}\right)$$

De la fórmula (1) anterior resulta evidente que la variancia de la media muestral depende de la variancia de la población y decrece a medida que aumenta el tamaño de la muestra.

El error típico standard de $\bar{y}$ es igual a la raíz cuadrada (positiva) de la variancia de $\bar{y}$:

$$(2) \qquad S_{\bar{y}} = \sqrt{V(\bar{y})} = S_y\sqrt{\frac{N-n}{nN}}$$

Significado de $S_{\bar{y}}$: El error típico de $\bar{y}$ señala el grado de concentración de las medias muestrales alrededor de la media de la población (prescindiendo de los errores de medición). Si el valor de $S_{\bar{y}}$ es pequeño, ello quiere decir que es pequeña la probabilidad de que haya una gran desviación con respecto a la media de la población.

Para n>30, la $\bar{y}$ estadística sigue la ley de la distribución normal $N(\bar{Y}, S_{\bar{y}})$. En tal caso hay una probabilidad del 95 por ciento de que la muestra quede dentro del intervalo:

$$(3) \qquad \bar{Y} - 1{,}96S_{\bar{y}} < \bar{y} < \bar{Y} + 1{,}96S_{\bar{y}}$$

Además, partiendo de la desigualdad anterior puede establecerse el intervalo de confianza para $\bar{Y}$ (P = 95 por ciento, muestras grandes):

$$(4) \qquad \bar{y} - 1{,}96S_{\bar{y}} < \bar{Y} < \bar{y} + 1{,}96S_{\bar{y}}$$

1/ En la expresión (1) el factor $(1 - \frac{n}{N}) = \frac{N-n}{N}$ puede denominarse la corrección de la población finita. Si $\frac{n}{N}$, es pequeña, este factor se aproxima a la unidad

El error típico de la media muestral puede expresarse como una fracción o porcentaje de la media de la población. Esta magnitud se denomina coeficiente de variación de la media muestral $CV(\bar{y})$. Expresa la precisión relativa de la $\bar{y}$ estadística:

$$(5) \qquad CV(\bar{y}) = \frac{S_{\bar{y}}}{\bar{Y}} = \frac{S_y}{\bar{Y}}\sqrt{\frac{N-n}{nN}} = CV(y)\sqrt{\frac{N-n}{nN}}$$

Donde, $CV(y) = \frac{S_y}{\bar{Y}}$: coeficiente de variación en la población.

En la prácticas S_y^2 viene a ser una incógnita. Puede obtenerse de él una estimación insesgada mediante los datos de la muestra seleccionada:

$$(6) \qquad \hat{S}_y^2 = s_y^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}(y_j-\bar{y})^2 = \frac{1}{n-1}\left(\sum_{j=1}^{n} y_j^2 - \frac{\left(\sum_{j=1}^{n} y_j\right)^2}{n}\right)$$

Una estimación insesgada de la variación de la media muestral viene dada por:

$$(7) \qquad v(\bar{y}) = \frac{1}{n}(1-\frac{n}{N})s_y^2$$

$$= (\frac{1}{n}-\frac{1}{N})s_y^2 = \frac{N-n}{nN}s_y^2$$

El error característico, estimado, de $\bar{y}$ viene dado por:

$$(8) \qquad s_{\bar{y}} = \sqrt{v(\bar{y})} = s_y\sqrt{\frac{N-n}{nN}}$$

El coeficiente de variación de $\bar{y}$, estimado, viene dado por:

$$(9) \qquad cv(\bar{y}) = \frac{s_{\bar{y}}}{\bar{y}} = \frac{s_y}{\bar{y}}\sqrt{\frac{N-n}{nN}} = cv(y)\sqrt{\frac{N-n}{nN}}$$

Donde, $cv(y) = \frac{s_y}{\bar{y}}$ es el coeficiente (estimado) de variación de la población.

Asimismo, el intervalo de confianza de $\bar{Y}$, estimado, viene dado por (P = 95 por ciento, muestras grandes):

$$(10) \qquad \bar{y} - 1.96s_{\bar{y}} < \bar{Y} < \bar{y} + 1.96s_{\bar{y}}$$

<u>Ejemplo 2</u>

En el Lago A, se llevó a cabo una Encuesta Estructural (EE). La tabla que aparece más abajo (Tabla 15.2.2.1) indica el número total de redes de enmalle disponibles por sitio pesquero (y) cubierto por la encuesta (la encuesta abarca N = 72 sitios de pesca). Operaciones necesarias:

(a) Seleccionar una muestra de n = 25 sitios de pesca

(b) Utilizar los datos de muestra y calcular las magnitudes s_y^2, s_y, $cv(y)$, $v(\bar{y})$, $s_{\bar{y}}$, $cv(\bar{y})$

(c) Estimar el intervalo de confianza de $\bar{Y}$

(d) Calcular la media de la población empleando los datos de la encuesta estructural

(e) Calcular el grado de precisión absoluto de la media de la muestra

Tabla 15.2.2.1 Número total de redes de enmalle disponibles por sitio de pesca (y), Encuesta Estructural - Lago A

Número serial de sitio de pesca	Enmalles disponibles	Número serial de sitio de pesca	Enmalles disponibles	Número serial de sitio de pesca	Enmalles disponibles	Número serial de sitio de pesca	Enmalles disponibles	Número serial de sitio de pesca	Enmalles disponibles
01	5861	16	129	31	378	46	218	61	129
02	1860	17	129	32	368	47	200	62	126
03	722	18	124	33	332	48	185	63	126
04	470	19	121	34	323	49	180	64	123
05	397	20	112	35	297	50	177	65	122
06	357	21	102	36	295	51	177	66	119
07	338	22	2170	37	274	52	176	67	112
08	314	23	203	38	257	53	170	68	112
09	295	24	148	39	255	54	166	69	111
10	221	25	108	40	246	55	166	70	110
11	221	26	790	41	244	56	152	71	109
12	176	27	651	42	241	57	151	72	108
13	162	28	511	43	238	58	149		
14	151	29	421	44	236	59	139	$\sum_{j=1}^{72} y_j = 25767$	
15	150	30	410	45	224	60	132		

Solución:

1. En la tabla que sigue (Tabla 15.2.2.2) se indica la muestra seleccionada

Table 15.2.2.2 Muestra seleccionada de sitios de pesca

Número serial de muestra	Enmalles disponibles	Número serial de muestra	Enmalles disponibles	Observaciones
01	860	14	378	
02	397	15	332	
03	338	16	297	
04	221	17	274	
05	176	18	257	
06	151	19	200	(MAS, wrp)
07	129	20	176	
08	124	21	152	
09	112	22	139	
10	203	23	123	
11	790	24	119	
12	651	25	112	
13	421			
			$y = 8132$	
			$\sum_{j=1}^{25} y_i^2 = 5782660$	
			$\bar{y} = 325,28$	

2. Las magnitudes estimadas son:

(a) $s_y^2 = \frac{1}{24}\{5782660 - \frac{(8132)^2}{25}\} = 97392$ redes de enmalle^2

(b) $s_y = \sqrt{973292 \text{ redes de enm.}^2} = 312{,}08$ redes de enmalle

(c) $cv(y) = \frac{312{,}08}{325{,}28} \times 100 = 95{,}94$ por ciento

(d) $v(\bar{y}) = \frac{72-25}{25 \times 72} \times 97392 = 2543$ redes de enmalle^2

(e) $s_{\bar{y}} = \sqrt{2543 \text{ redes de enm.}^2} = 50{,}43$ redes de enmalle

(f) $cv(\bar{y}) = \frac{50{,}43}{325{,}28} \times 100 = 15{,}50$ por ciento

3. El intervalo de confianza de $\bar{Y}$, estimado (P = 95 por ciento, t-student):

$$325{,}28 - 2{,}064 \times 50{,}43 < \bar{Y} < 325{,}28 + 2{,}064 \times 50{,}43$$

$$221{,}19 \text{ redes de enm.} < \bar{Y} < 429{,}37 \text{ redes de enmalle}$$

4. La media de población, calculada, es:

$$\bar{Y} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{72} y_j = \frac{25767}{72} = 357{,}87 \text{ redes de enmalle}$$

5. El grado absoluto de precisión, calculado, de la media muestral es:

$$|d_1| = |325{,}28 - 357{,}87| = 32{,}59 \text{ redes de enmalle}$$

15.2.3 Error de muestreo de $\hat{Y}$

En la sección 15.2.1 se indica que el total estimado de una característica de encuesta viene dado por:

$$\hat{Y} = N\bar{y}$$

Por lo tanto, la variancia de $\hat{Y}$ es:

$$(11) \qquad V(\hat{Y}) = N^2\, V(\bar{y}) = N^2 \frac{(N-n)}{nN} S_y^2 = \frac{N(N-n)}{n} S_y^2$$

El error típico de $\hat{Y}$ es:

$$(12) \qquad S_{\hat{Y}} = \sqrt{V(\hat{Y})} = S_y \sqrt{\frac{N(N-n)}{n}}$$

El coeficiente de variación de $\hat{Y}$ es:

$$(13) \qquad CV(\hat{Y}) = \frac{S_{\hat{Y}}}{\hat{Y}} = \frac{NS_{\bar{y}}}{N\bar{Y}} = \frac{S_{\bar{y}}}{\bar{Y}} = CV(\bar{y})$$

El intervalo de confianza de Y viene dado por (P = 95 por ciento, muestras grandes):

$$(14) \qquad \hat{Y} - 1{,}96 S_{\hat{Y}} < Y < \hat{Y} + 1{,}96 S_{\hat{Y}}$$

Estimaciones insesgadas de las magnitudes anteriores (11 - 13):

La variancia estimada de $\hat{Y}$ es:

$$(15) \qquad v(\hat{Y}) = N^2 v(\bar{y}) = N^2 \frac{(N-n)}{nN} s_y^2 = \frac{N(N-n)}{n} s_y^2$$

El error típico estimado de $\hat{Y}$ es:

$$(16) \qquad s_{\hat{Y}} = \sqrt{v(\hat{Y})} = s_y \sqrt{\frac{N(N-n)}{n}}$$

El coeficiente de variación de $\hat{Y}$, estimado, es:

$$(17) \qquad cv(\hat{Y}) = \frac{s_{\hat{Y}}}{\hat{Y}} = \frac{N s_{\bar{y}}}{N\bar{y}} = \frac{s_{\bar{y}}}{\bar{y}} = cv(\bar{y})$$

El intervalo de confianza, estimado, de Y es (P = 95 por ciento, muestras grandes):

$$\hat{Y} - 1{,}96 s_{\hat{Y}} < Y < \hat{Y} + 1{,}96 s_{\hat{Y}}$$

Ejemplo 3

Sirviéndose de los datos de la Tabla 15.2.2.2, calcular $v(\hat{Y})$, $s_{\hat{Y}}$, $cv(\hat{Y})$. Estimar el intervalo de confianza de Y. Calcular el grado absoluto de precisión de $\hat{Y}$ (Y = 25767).

Solución:

Magnitudes estimadas:

1. Variancia estimada de $\hat{Y}$ es:

$$v(\hat{Y}) = \frac{N(N-n)}{n} s_y^2 = \frac{72(72-25)}{25} \times 97392 = 13182981{,}12 \text{ red.de enm.}$$

2. Error típico estimado de $\hat{Y}$:

$$s_{\hat{Y}} = \sqrt{13182981{,}12 \text{ redes de enm.}^2} = 3630{,}84 \text{ redes de enm.}$$

3. Coeficiente estimado de variación de $\hat{Y}$:

$$cv(\hat{Y}) = \frac{3630{,}84}{23420{,}16} \times 100 = 15{,}50 \text{ por ciento}$$

Donde,

$$\hat{Y} = 72 \times 325{,}28 = 23420{,}16 \text{ redes de enmalle}$$

4. **Intervalo confianza, estimado, de Y (P = 95 por ciento, t-student):**

$$23420{,}16 - 2{,}064 \times 3630{,}84 < Y < 23420{,}16 + 2{,}064 \times 3630{,}84$$

15926,11 redes de enm. <Y<30914,21 redes de enmalle

5. **Precisión absoluta, estimada, de $\hat{Y}$:**

$$|d_2| = |23420{,}16 - 25767| = 2346{,}84 \text{ redes de enmalle}$$

15.2.4 Tamaño de la muestra

Un problema importante que surge en las encuestas muestrales es la determinación del tamaño de la muestra. A continuación se indican los principales puntos a resolver en el proceso de elegir el tamaño de la muestra:

(a) Se deberá saber lo que se espera conseguir mediante la encuesta

(b) Deberá hallarse una ecuación que conecte el tamaño de la muestra y los requisitos especificados en (1)

(c) Esta ecuación contendrá ciertas incógnitas pertenecientes a la población. Estas cantidades deberán ser objeto de estimación

De la fórmula (5) anteriormente escrita, es evidente que existe una relación entre el tamaño de la muestra y la precisión de $\bar{y}$. Con tal que se conozca el valor de CV(y) (datos de la encuesta previa) el tamaño requerido de la muestra para una precisión dada de $\bar{y}$ sería:

$$CV(\bar{y}) = CV(y)\sqrt{\frac{1}{n} - \frac{1}{N}}$$

o bien,

$$\frac{CV(\bar{y})}{CV(y)} = \sqrt{\frac{1}{n} - \frac{1}{N}}$$

si,

$$g = \frac{CV(y)}{CV(\bar{y})}, \quad \text{entonces}$$

entonces,

$$\frac{1}{g} = \sqrt{\frac{1}{n} - \frac{1}{N}}$$

y por tanto,

$$n = \frac{N g^2}{N + g^2} \tag{18}$$

Ejemplo 4

Un estanque piscícola contiene N = 1 000 peces (especies A). Se planea una encuesta para estimar el peso medio por pez. Cuántos peces deberían seleccionarse para conseguir un $CV(\bar{y})$ = 0,05 (Nota: en una encuesta precedente se determinó que cv(y) = 30 por ciento).

$$N = 1\,000 \text{ peces}, \quad g = \frac{0{,}30}{0{,}35} = 6$$

y por tanto,

$$n = \frac{1\,000 \times 6^2}{1\,000 + 6^2} = 34{,}7 \simeq 35 \text{ peces}$$

15.2.5 Estimación de proporciones

Consideremos ahora el problema de estimar la proporción de una población perteneciente a cierta clase A. Suponiendo que en un estanque piscícola dado existan dos clases de peces, especie A y especie B. Desearíamos estimar la proporción de especie A en la población, mediante una muestra aleatoria simple, elegida del estanque en cuestión. Si para cada pez en el estanque definimos la variante y_j como 1 cuando el pez es de la clase A (especie A) y como 0 cuando no lo sea, es muy fácil ver que el número total de peces pertenecientes a la clase A en el estanque es:

(19) $$N_A = \sum_{j=1}^{N} y_j$$

La proporción de (P) de peces pertenecientes a clase A es:

(20) $$P = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{N} y_j = \frac{N_A}{N},$$

($N = N_A + N_B$, número total de peces en el estanque)

Del análisis precedente se deduce que la estimación de P es equivalente a estimar una media de población, donde la media esté definida en función de la nueva variante y, que puede tomar los valores 1 y 0.

En consecuencia, se obtienen fácilmente los resultados siguientes. Si se elige una muestra aleatoria simple de n peces del estanque, y en ella hay n_A peces de la especie A y n_B de la especie B (siendo $n = n_A + n_B$), una estimación insesgada de P viene dada por:

(21) $$p = \hat{P} = \frac{n_A}{n}, \quad \left(q = \frac{n_B}{n} = 1-p\right)$$

La variancia de p es:

$$V(p) = \frac{1}{n}\left(1 - \frac{n}{N}\right) S_y^2$$

Donde,

$$S_y^2 = \frac{1}{N-1}\left(\sum_{j=1}^{N} y_j^2 - \frac{\left(\sum_{j=1}^{N} y_j\right)^2}{N}\right) = \frac{1}{N-1}(NP-NP^2) = \frac{NPQ}{N-1}$$

Y,

(22) $$V(p) = \frac{(N-n)}{Nn}\,\frac{NPQ}{N-1} = \frac{(N-n)}{N-1}\,\frac{PQ}{n}$$

El error típico de p es:

(23) $$S_p = \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}\sqrt{\frac{PQ}{n}}$$

El coeficiente de variación de p es:

(24) $$CV(p) = \frac{S_p}{P} = \sqrt{\frac{N-n}{(N-1)n}}\sqrt{\frac{Q}{P}}$$

Empleando los datos de muestra, se pueden obtener estimaciones insesgadas de las magnitudes anteriores (22, 23, 24):

La variancia estimada de p es:

(25) $$v(p) = \frac{(N-n)}{Nn} \frac{npq}{n-1} = \frac{N-n}{N} \frac{pq}{n-1}$$

El error típico, estimado, de p es:

(26) $$s_p = \sqrt{\frac{N-n}{N}} \sqrt{\frac{pq}{n-1}}$$

El coeficiente de variación de p estimado, es:

(27) $$cv(p) = \frac{s_p}{p} = \sqrt{\frac{(N-n)}{N(n-1)}} \sqrt{\frac{q}{p}}$$

Si N es grande comparado con n, las fórmulas (22-27) se simplifican como sigue:

(22a) $$V(p) = \frac{PQ}{n}$$

(23a) $$S_p = \frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{PQ}$$

(24a) $$CV(p) = \frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{Q}{P}}$$

(25a) $$v(p) = \frac{pq}{n-1}$$

(26a) $$s_p = \frac{1}{\sqrt{n-1}} \sqrt{pq}$$

(27a) $$cv(p) = \frac{1}{\sqrt{n-1}} \sqrt{\frac{q}{p}}$$

De la fórmula (22a) resulta evidente que para un tamaño de muestra dado, V(p) es máximo cuando $P = \frac{1}{2}$. Asimismo, la fórmula (24a) indica que el coeficiente de variación de P es muy elevado cuando P es muy pequeño. Esto quiere decir que se necesita un tamaño de muestra muy grande a fin de reducir el coeficiente de variación de la estimación a límites razonables, si el elemento de que se trata es raro en la población (es decir, tiene un P pequeño). En tal situación, este método resulta muy costoso.

Ejemplo 5

Un estanque piscícola contiene dos clases de peces (especies A y B). Una muestra aleatoria simple de n = 220 peces dió como composición 55 peces pertenecientes a la clase A ($n_A = 55$). Estimar el intervalo de confianza por P en la población (P = 95 por ciento).

Solución:

$$p = \frac{n_A}{n} = \frac{55}{220} = 0.25$$

$$s_p = \frac{1}{\sqrt{219}} \sqrt{0.25 \times 0.75} = 0.0289$$

$$0.25 - 1.96 \times 0.0289 < P < 0.25 + 1.96 \times 0.0289$$

$$0.1928 < P < 0.3072$$

15.2.6 Estimación para un subgrupo

Muy a menudo, se hacen estimaciones relativas a subgrupos, además de las de la totalidad de la población. Por ejemplo, en el "muestreo de cubierta"1/ se desea saber la cantidad (número, peso) de pesca capturada por especies, además de la captura total realizada. En tal caso el interés se centra en los subgrupos de la población. Generalmente se desconocen los tamaños de los subgrupos. En nuestro ejemplo, si de la población que se investiga (pescado en la cubierta), se elige una muestra de n peces, en la que hay n_g peces de una especie dada, estos n_g peces forman una muestra aleatoria de entre los N_g del subgrupo. No obstante el número n_g no es un número fijo como el n, sino un número aleatorio variable, en el sentido de que es probable que varíe de una muestra a otra. Para fines de estimación, puede seguirse el siguiente procedimiento. Aquellas unidades que no pertenecen al subgrupo, se supone que tienen un valor cero. Se demuestra que una estimación insesgada de la media del subgrupo viene dada por:

(28) $$\bar{y}_g = \frac{1}{n_g} \sum_{j=1}^{n_g} y_j$$

Siendo la variancia de la estimación:

(29) $$V(\bar{y}_g) = \{E(\frac{1}{n_g}) - \frac{1}{N_g}\} S_g^2$$

Como estimación de la variancia de $\bar{y}$ podemos tomar:

(30) $$v(\bar{y}_g) = \frac{1}{n_g}(1 - \frac{n}{N}) s_g^2$$

Donde,

$$s_g^2 = \frac{1}{n_g - 1} \left(\sum_{j=1}^{n_g} y_j^2 - \frac{\left(\sum_{j=1}^{n_g} y_j\right)^2}{n_g} \right)$$

Para el total de subgrupo, se tiene, total estimado:

(31) $$\hat{Y}_g = \frac{N}{n} y_g , \quad (y_g = \sum_{j=1}^{n_g} y_j)$$

Variancia estimada del total estimado:

(32) $$v(\hat{Y}_g) = N^2 (\frac{1}{n} - \frac{1}{N}) s*^2$$

Donde,

$$s*^2 = \frac{1}{n-1} \left(\sum_{j=1}^{n} y_j^2 - \frac{\left(\sum_{j=1}^{n} y_j\right)^2}{n} \right)$$

Ejemplo 6

Para obtener una estimación del número total de redes de enmalle que eran propiedad de pescadores adiestrados (aguas continentales) en un país dado, se empleó el procedimiento siguiente: Del registro general de pescadores (N = 5000 pescadores) se eligió una muestra aleatoria simple de n = 100 pescadores. La muestra dió n_g = 20 pescadores adiestrados. De cada pescador seleccionado de grupo g se seleccionó información del número total de redes de enmalle que poseían, variable y. Las magnitudes de muestra obtenidas son:

1/ "Deck Sampling" (muestreo de cubierta): Una evaluación de una encuesta de arrastre piloto en el Lago Malawi (Malawi), por B.P. Bazigos, UNDP/SF/MLW.16, Febrero 1973

$$\sum_{j=1}^{20} y_j = 52 \qquad \sum_{j=1}^{20} y_j^2 = 140$$

1. El número medio estimado de redes de enmalle que eran propiedad por cada pescador adiestrado es:

$$\bar{y}_g = \frac{52}{20} = 2{,}6 \text{ redes de enmalle}$$

2. La variancia estimada por unidad es:

$$s_g^2 = \frac{1}{19}\{140 - \frac{(52)^2}{20}\} = 0{,}2526 \text{ redes de enmalle}^2$$

3. La variancia estimada de $\bar{y}_g$ es:

$$v(\bar{y}_g) = \frac{1}{20}(1 - \frac{100}{5000}) \times 0{,}2526 = 0{,}012377 \text{ redes de enmalle}^2$$

4. El coeficiente de variación, estimado, de $\bar{y}$ es:

$$cv(\bar{y}_g) = \frac{\sqrt{0{,}012377}}{2{,}6} \times 100 = 4{,}2 \text{ por ciento}$$

5. El número total estimado de redes de enmalle que son propiedad de pescadores adiestrados es:

$$\hat{Y}_g = \frac{5000}{100} \times 52 = 2600 \text{ redes de enmalle}$$

6. El valor calculado de s^{*2} es:

$$s^{*2} = \frac{1}{99}\{140 - \frac{(52)}{100}\}^2 = 1{,}14 \text{ redes de enmalle}^2$$

7. La variancia estimada de $\hat{Y}_g$ es:

$$v(\hat{Y}_g) = 5000^2(\frac{1}{100} - \frac{1}{5000}) \times 1{,}14 = 279300 \text{ redes de enmalle}^2$$

8. El coeficiente de variación de $\hat{Y}_g$, estimado, es:

$$cv(\hat{Y}_g) = \frac{\sqrt{279300}}{2600} \times 100 = 20{,}33 \text{ por ciento}$$

15.3 Muestreo estratificado

La estratificación es un modo de utilizar información auxiliar para mejorar la precisión de la estimación. Se ha visto que en el muestreo aleatorio simple la variancia de la estimación (a saber $V(\bar{y})$) depende, aparte del tamaño de la muestra, de la variabilidad de la característica en la población. Si la población es heterogénea[1/] resultará posible, sirviéndose de información auxiliar, dividirla en sub-poblaciones (o estratos) cada una de las cuales es internamente homogénea. Si de cada estrato se toma una muestra aleatoria simple debería ser posible hacer una estimación precisa de los promedios de estrato.

1/ Las mediciones varían considerablemente de una unidad a otra

Estas estimaciones se combinan luego en una estimación precisa referente a la población. Dado que el objeto principal de la estratificación es obtener mayor precisión, surge cierto número de problemas para los cuales deberá hallarse solución, v.g:

(a) Estimadores relativos al muestreo estratificado y sus propiedades

(b) Asignación de la muestra global a los estratos

(c) Cómo construir los estratos y cuántos han de ser

15.3.1 Estimación de la media y del total de la población

La captura realizada por una embarcación pesquera experimental se divide en cierto número de estratos basándose, digamos, en el tamaño de los peces, separando por tanto los muy grandes, los medianos y los pequeños. Para el estrato $i^{ésimo}$ ($i = 1, 2, \ldots k$), el tamaño será pez N_i, el total de población Y_i (peso de pez en kg), la variancia por unidad S_i^2. Del estrato $i^{ésimo}$ se elige una muestra aleatoria de tamaño n_i, siendo $\bar{y}_i$ la media de la muestra. Es fácil ver que una estimación del total de población:

$$Y_{st} = \sum_{i=1}^{k} N_i \bar{Y}_i$$

Viene dada por:

$$\hat{Y}_{st} = \sum_{i=1}^{k} N_i \bar{y}_i \tag{33}$$

Donde,

$$\bar{y}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}$$

Además, una estimación de la media de la población viene dada por:

$$\bar{y}_{st} = \frac{\hat{Y}}{N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{k} N_i \bar{y}_i \tag{34}$$

La variancia del total estimado es[1/]:

$$V(\hat{Y}_{st}) = \sum_{i=1}^{k} N_i^2 V(\bar{y}_i) = \sum_{i=1}^{k} N_i^2 \left(\frac{1}{n_i} - \frac{1}{N_i}\right) S_i^2 \tag{35}$$

$$= \sum_{i=1}^{k} \frac{N_i (N_i - n_i)}{n_i} S_i^2$$

Donde,

$$s_i^2 = \frac{1}{N_i - 1} \left(\sum_{j=1}^{N_i} y_{ij}^2 - \frac{\left(\sum_{j=1}^{N_i} y_{ij}\right)^2}{N_i} \right)$$

1/ Conviene observar que con el muestreo estratificado, en general no hay un solo factor de corrección de población finita, los factores entran individualmente en cada uno de los estratos

La variancia estimada de $\hat{Y}$ es:

(36) $$v(\hat{Y}_{st}) = \sum_{i=1}^{k} N_i^2 v(\bar{y}_i) = \sum_{i=1}^{k} N_i^2 \left(\frac{1}{n_i} - \frac{1}{N_i}\right) s_i^2$$

$$= \sum_{i=1}^{k} \frac{N_i(N_i-n_i)}{n_i} s_i^2$$

Donde,

$$s_i^2 = \frac{1}{n_i-1}\left[\sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}^2 - \frac{\left(\sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}\right)^2}{n_i}\right]$$

Si la fracción de muestreo $\left(\frac{n_i}{N_i}\right)$ es despreciable en todos los estratos, las fórmulas anteriores (35, 36) se simplifican, convirtiéndose en:

(35a) $$V(\hat{Y}_{st}) = \sum_{i=1}^{k} \frac{N_i^2}{n_i} S_i^2$$

(36a) $$v(\hat{Y}_{st}) = \sum_{i=1}^{k} \frac{N_i^2}{n_i} s_i^2$$

La variancia de la media estimada es:

(37) $$V(\bar{y}_{st}) = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^{k} N_i^2 V(\bar{y}_i)$$

$$= \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^{k} \frac{N_i(N_i-n_i)}{n_i} S_i^2$$

La variancia estimada de $\bar{y}_{st}$ es:

(38) $$V(\bar{y}_{st}) = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^{k} N_i^2 v(\bar{y}_i)$$

$$= \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^{k} \frac{N_i(N_i-n_i)}{n_i} s_i^2$$

Si la fracción de muestreo $\left(\frac{n_i}{N_i}\right)$ es despreciable en todos los estratos, las fórmulas anteriores (37, 38) se simplifican cómo sigue:

(37a) $$V(\bar{y}_{st}) = \sum_{i=1}^{k} W_i^2 \frac{S_i^2}{n_i}, \quad \left(W_i = \frac{N_i}{N}\right)$$

(38a) $$v(\bar{y}_{st}) = \sum_{i=1}^{k} W_i^2 \frac{s_i^2}{n_i}$$

<u>Ejemplo 7</u>

La tabla que figura a continuación indica el número de desembarques (N = 25 desembarques) en el día d_o en un determinado sitio de pesca, junto con sus capturas en kg. Estimar el promedio de capturas por desembarque y las capturas totales por: (a) Eligiendo una muestra aleatoria simple de tamaño n = 10 desembarques; (b) una muestra aleatoria estratificada de tamaño n = 10

$$\left(n = \sum_{i=1}^{k=5} n_i, \quad n_i = 2 \text{ desembarques}\right).$$

Captura de pesca (kg)

						Parámetros de población total
(Estr.1)	1,	3,	2,	5,	4,	
(Estr.2)	15,	11,	13,	14,	12,	$Y = 575$ kg
(Estr.3)	23,	21,	22,	25,	24,	$\overline{Y} = 23$ kg/desembarques
(Estr.4)	31,	32,	35,	33,	34,	$S^2 = 210,4$ kg^2
(Estr.5)	43,	42,	41,	45,	44	

(a) Muestra aleatoria simple

Datos de muestra, kg (3, 31, 22, 33, 43, 21, 24, 35, 5, 12)

(i) Total de muestra $y = \sum_{j=1}^{10} y_j = 229$

(ii) Media muestral $\overline{y} = \frac{y}{n} = 22,9$ kg/desembarques

(iii) Desembarques totales estimados $\hat{Y} = N\overline{y} = 25 \times 22,9 = 572,5$ kg

(iv) Variancia del total estimado $V(\hat{Y}) = \frac{N(N-n)}{n} S^2 = \frac{25 \times 15}{10} \times 210,4 = 7890$ kg^2

(v) Coeficiente de variación de $\hat{Y}$ $CV(\hat{Y}) = \frac{\sqrt{7890}}{572,5} = 15,51$ por ciento

(b) Muestra estratificada

Datos de muestra (kg) por estrato:

Estrato-1 : (1, 5)
Estrato-2 : (11, 13)
Estrato-3 : (25, 21)
Estrato-4 : (32, 35)
Estrato-5 : (43, 45)

(i) Magnitudes calculadas por estrato:

Estrato	N_i	n_i	$\overline{Y}_i$ (kg)	$\overline{y}_i$ (kg)	S_i^2 (kg^2)	s_j^2 (kg^2)
Estr.1	5	2	3,0	3,0	2,5	8
Estr.2	5	2	13,0	12,0	2,5	2
Estr.3	5	2	23,0	23,0	2,5	8
Estr.4	5	2	33,0	33,5	2,5	4,5
Estr.5	5	2	43,0	44,0	2,5	2

(ii) Total de población estimado:

$$\hat{Y}_{st} = \sum_{i=1}^{5} N_i \bar{y}_i = (5\times3)+(5\times12)+(5\times23)+(5\times33,5)+(5\times44) = 577,5 \text{ kg}$$

(iii) Media de población estimada:

$$\bar{y}_{st} = \frac{\hat{Y}}{25} = \frac{577,5}{25} = 23,1 \text{ kg/desembarques}$$

(iv) Variancia del total estimado:

$$V(\hat{Y}_{st}) = \sum_{i=1}^{5} \frac{N_i(N_i-n_i)}{n_i} S_i^2 = 93,75 \text{ kg}^2$$

(v) Coeficiente de variación de $\hat{Y}$:

$$CV(\hat{Y}_{st}) = \frac{\sqrt{93,75}}{577,5} = 1,7 \text{ por ciento}$$

15.3.2 Asignación de la muestra total a los estratos

Consideremos ahora el problema de la asignación del tamaño de la muestra total n a los diferentes estratos. Conviene observar que la precisión de la estimación depende en gran medida de la asignación hecha. Con tal que los estratos hayan sido ya construídos, existen dos métodos por los cuales la muestra total puede distribuirse entre los estratos:

(a) Asignación proporcional

(b) Asignación óptima

(a) Asignación proporcional

La asignación proporcional se emplea en la práctica cuando no se dispone de información auxiliar sobre la variancia de los estratos. Este método proporciona las estimaciones más eficaces (es decir, las de variancia de muestra más pequeña) para un tamaño de muestra dado (n), con tal que sean iguales todas las variancias dentro de los estratos. En la asignación proporcional, la fracción de muestreo es constante de estrato a estrato:

(39) $$\frac{n}{N} = \frac{n_1}{N_1} = \frac{n_2}{N_2} = \dots = \frac{n_i}{N_i} = \dots = \frac{n_k}{N_k}$$

o, $$n_i = n\frac{N_i}{N} = nW_i, \quad (W_i = \frac{N_i}{N})$$

Esta asignación del tamaño de la muestra proporciona una muestra de autoponderación. Si están implicadas muchas partidas, las estimaciones autoponderadas son de gran interés. Es fácil ver que la estimación del total de la población toma una forma sencilla:

$$\hat{Y}_{pr} = \sum_{i=1}^{k} N_i \bar{y}_i = \sum_{i=1}^{k} \frac{N_i}{n_i} y_i, \quad (y_i = \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij})$$

Si, $\frac{N_i}{n_i} = c = \frac{N}{n}$, entonces:

(40) $$\hat{Y}_{pr} = c\sum_{i=1}^{k} y_i = c\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}$$

Con asignación proporcional, la variancia de $\hat{Y}$ es:

(41) $$V(\hat{Y}_{pr}) = \sum_{i=1}^{k}\frac{N_i^2}{n_i}\left(1-\frac{n_i}{N_i}\right)S_i^2$$

o,

(42) $$V(\hat{Y}_{pr}) = \frac{N-n}{n}\sum_{i=1}^{k} N_i S_i^2$$

La variancia estimada del total de la población es:

(43) $$v(\hat{Y}_{pr}) = \frac{N-n}{n}\sum_{i=1}^{k} N_i s_i^2$$

Si la fracción de muestreo $(\frac{n_i}{N_i})$ es despreciable en todos los estratos, las fórmulas anteriores (42, 43) se simplifican como sigue:

(42a) $$V(\hat{Y}_{pr}) = \frac{N}{n}\sum_{i=1}^{k} N_i S_i^2 = c\sum_{i=1}^{k} N_i S_i^2$$

(43a) $$v(\hat{Y}_{pr}) = \frac{N}{n}\sum_{i=1}^{k} N_i s_i^2 = c\sum_{i=1}^{k} N_i s_i^2$$

La media de la población estimada es:

(44) $$\bar{y}_{pr} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{k} N_i \bar{y}_i = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}$$

La variancia de $\bar{y}_{pr}$ es:

(45) $$V(\bar{y}_{pr}) = \frac{N-n}{nN}\sum_{i=1}^{k} W_i S_i^2$$

La variancia estimada de $\bar{y}_{pr}$ es:

(46) $$v(\bar{y}_{pr}) = \frac{N-n}{nN}\sum_{i=1}^{k} W_i s_i^2$$

Si la fracción de muestreo $(\frac{n_i}{N_i})$ es despreciable en todos los estratos, las fórmulas (45, 46) anteriores se simplifican como sigue:

(45a) $$V(\bar{y}_{pr}) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{k} W_i S_i^2$$

(46a) $$v(\bar{y}_{pr}) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{k} W_i s_i^2$$

Ejemplo 8

Las unidades económicas pesqueras registradas en el Lago A, han sido agrupadas en tres estratos tomando como criterio de estratificación la clase de embarcación pesquera que se emplea. A fin de obtener estimaciones acerca del número de redes de enmalle (y) propiedad de los pescadores, se eligió una muestra aleatoria de unidades económicas pesqueras (muestra estratificada - asignación proporcional). La tabla que sigue indica las unidades en la población y en la muestra a base de un estrato, así como los totales muestrales de la característica que se investiga. Estimar los intervalos de confianza de $\overline{Y}$ e Y, respectivamente (P = 95 por ciento).

Estratos de UEPs	Número de UEPs			y_i	s_i^2	$N_i s_i^2$	$W_i s_i^2$
	Población		Muestra				
	N_i	W_i(%)	n_i				
Estr.1	400	50,0	50	300	6	2400	3
Estr.2	240	30,0	30	400	10	2400	3
Estr.3	160	20,0	20	300	20	3200	4
TOTAL:	N=800	100,0	n=100	1000 $(\sum_i \sum_j y_{ij})$		8000 $(\sum_i N_i s_i^2)$	10 $(\sum_i W_i s_i^2)$

1. Total de población estimado:

$$\hat{Y}_{pr} = \frac{800}{100} \times 1000 = 8000 \text{ redes de enmalle}$$

2. Variancia estimada del total estimado:

$$v(\hat{Y}_{pr}) = \frac{800-100}{100} \times 8000 = 56000 \text{ redes de enmalle}^2$$

3. Error típico estimado de $\hat{Y}_{pr}$:

$$s_{\hat{Y}pr} = \sqrt{56000} = 236,64 \text{ redes de enmalle}$$

4. Intervalo de confianza estimado de Y (P = 95 por ciento)

$$8000 - 1,96 \times 236,64 < Y < 8000 + 1,96 \times 236,64$$

$$7358,19 \text{ redes de enm.} < Y < 8461,81 \text{ redes de enmalle}$$

5. Media de la población estimada:

$$\overline{y}_{pr} = \frac{1000}{100} = 10 \text{ redes de enmalle}$$

6. Variancia estimada de $\overline{y}_{pr}$:

$$v(\overline{y}_{pr}) = \frac{800-100}{100 \times 800} \times 10 = 0,875 \text{ redes de enmalle}^2$$

7. Error típico estimado de $\bar{y}_{pr}$:

$$s_{\bar{y}pr} = \sqrt{0,875} = 0,9354 \text{ redes de enmalle}$$

8. Intervalo de confianza, estimado, de $\bar{Y}$ (P = 95 por ciento):

$$10 - 1,96 \times 0,9354 < \bar{Y} < 10 + 1,96 \times 0,9354$$

$$8,17 \text{ redes de enm.} < \bar{Y} < 11,83 \text{ redes de enmalle}$$

(b) Asignación óptima

Si las variancias dentro de los estratos difieren grandemente de un estrato a otro, el método de asignación proporcional no proporciona ya las mejores estimaciones posibles. En este caso la fracción de muestreo para un estrato cualquiera debería tomarse proporcionalmente a la desviación característica dentro del estrato. Así:

$$n_i = n \left(\frac{N_i S_i}{\Sigma N_i S_i} \right) \tag{47}$$

Esta asignación (asignación óptima) proporciona la variancia más pequeña para la media estimada (total), para un tamaño de muestra total fijo n.

La variancia del total estimado es:

$$V(\hat{Y}_{opt}) = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^{k} N_i S_i \right)^2 - \sum_{i=1}^{k} N_i S_i^2 \tag{48}$$

La variancia estimada del total estimado es:

$$v(\hat{Y}_{opt}) = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^{k} N_i s_i \right)^2 - \sum_{i=1}^{k} N_i s_i^2 \tag{49}$$

Si la fracción de muestreo $(\frac{n_i}{N_i})$ es despreciable en todos los estratos, las fórmulas (48, 49) anteriores se simplifican como sigue:

$$V(\hat{Y}_{opt}) = \frac{1}{n} \left\{ \sum_{i=1}^{k} N_i S_i \right\}^2 \tag{48a}$$

$$v(\hat{Y}_{opt}) = \frac{1}{n} \left\{ \sum_{i=1}^{k} N_i s_i \right\}^2 \tag{49a}$$

La variancia de la media estimada es:

$$V(\bar{y}_{opt}) = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^{k} W_i S_i \right)^2 - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{k} W_i S_i^2 \tag{50}$$

La variancia estimada de la media estimada es:

$$v(\bar{y}_{opt}) = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^{k} W_i s_i \right)^2 - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{k} W_i s_i^2 \tag{51}$$

Si la fracción de muestreo $(\frac{n_i}{N_i})$ es despreciable en todos los estratos, las fórmulas (50, 51) anteriores se simplifican como sigue:

$$(50a) \quad \hat{V}(\bar{y}_{opt}) = \frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{k} W_i S_i\right)^2$$

$$(51a) \quad v(\bar{y}_{opt}) = \frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{k} W_i s_i\right)^2$$

Ejemplo 9

Sirviéndose de los datos del ejemplo 8, estimar el óptimo n_i en los estratos (n = 100).

Estratos de UEPs	Número de UEPs	s_i^2	$N_i s_i^2$	W_i' (%)	$n_i' = nW_i'$	Observaciones
Estr.1	400	6	2400	30,0	30	
Estr.2	240	10	2400	30,0	30	
Estr.3	160	20	3200	40,0	40	
TOTAL:	N=800		8000 $(\sum_i N_i s_i^2)$	100,0	n=100	

Ejemplo 10

La tabla que sigue da los totales de muestra por estrato, para la asignación óptima de n. Estimar los intervalos de confianza de Y e $\bar{Y}$, respectivamente (P = 95 por ciento).

Estratos de UEPs	Población		n_i'	y_i'	$N_i \bar{y}_i'$	$N_i s_i$	$N_i s_i^2$
	N_i	W_i (%)					
Estr.1	400	50,0	30	180	2400	979,76	2400
Estr.2	240	30,0	30	400	3200	756,95	2400
Estr.3	160	20,0	40	800	3200	715,53	3200
TOTAL:	N=800	100,0	n=100		8800	2452,24 $(\sum_i N_i s_i)$	8000 $(\sum_i N_i s_i^2)$

1. Total de la población estimado:

$$\hat{Y}_{opt} = 8800 \text{ redes de enmalle}$$

2. Variancia estimada del total estimado:

$$v(\hat{Y}_{opt}) = \frac{1}{100} \times 6013481 - 8000 = 52134,81 \text{ redes de enmalle}^2$$

3. **Intervalo de confianza, estimado, para Y:**

$$8800 - 1{,}96 \times 228{,}33 < Y < 800 + 1{,}96 \times 228{,}33$$

8352 redes de enm.<Y<9247 redes de enmalle

4. Media de la población estimada:

$$\bar{y}_{opt} = \frac{8800}{800} = 11 \text{ redes de enmalle}$$

5. Variancia estimada de la media de la población

$$v(\bar{y}_{opt}) = \frac{1}{800^2}\, 52134{,}81 = 0{,}8146 \text{ redes de enmalle}^2$$

6. Intervalo de confianza, estimado, de $\bar{Y}$:

$$11 - 1{,}96 \times 0{,}902 < \bar{Y} < 11 + 1{,}96 \times 0{,}902$$

9,23 redes de enm.<$\bar{Y}$<12,77 redes de enmalle

15.3.3 Algunas propiedades de los estimadores

Se ha hecho constar que una de las consideraciones básicas implicadas en el empleo de la estratificación, es el logro de mayor precisión para las magnitudes estimadas. En esta sección se describirá la forma en que se obtiene la ganancia debida a la estratificación.

En los casos de muestra aleatoria simple y de muestra aleatoria estratificada, con asignación proporcional y asignación óptima, las variancias de las medias estimadas se denotan por:

V_{ran} : Muestra aleatoria simple
V_{pr} : Muestra estratificada/asignación proporcional
V_{opt} : Muestra estratificada/asignación óptima

Si se fija el tamaño de la muestra total y si la fracción de muestreo $(\frac{n_i}{N_i})$ es despreciable en todos los estratos, podría demostrarse que son válidas las ecuaciones siguientes (aproximación):

$$(52) \quad V_{ran} = V_{pr} + \frac{1}{n_i} \sum_{i=1}^{k} \frac{N_i}{N} (\bar{Y}_i - \bar{Y})^2$$

$$(53) \quad V_{pr} = V_{opt} + \frac{1}{n_i} \sum_{i=1}^{k} \frac{N_i}{N} (S_i - \bar{S})^2$$

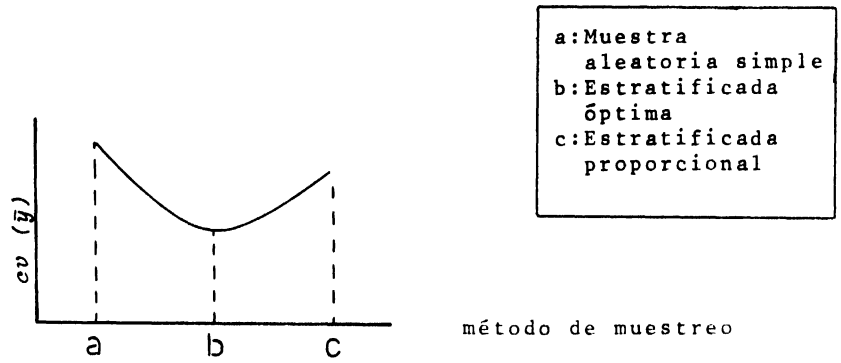
Donde,

$$\bar{S} = \sum_{i=1}^{k} \frac{N_i}{N} S_i$$

La ecuación (52) anterior pone de manifiesto que la asignación proporcional sería muy beneficiosa si los promedios de estrato $\bar{Y}_i$ difiriesen de un estrato a otro.

La ecuación (53) indica que la asignación óptima sería desde luego muy beneficiosa si las variancias de estratos S_i^2 difiriesen grandemente de un estrato a otro.

En la figura que va a continuación hay una presentación gráfica del grado de precisión para la media de la población obtenida por los métodos de muestreo de muestra aleatoria simple, estratificado-proporcional, estratificado-óptimo y para un tamaño de muestra n fijado (EEC - Lago Volta):



15.3.4 Estimación del tamaño de la muestra

En una muestra estratificada, las etapas principales que implica la elección del tamaño de muestra son:

1. Se deberá conocer cuál es la precisión que se espera de la estimación, v.g. Vo: variancia esperada de $\bar{y}_{st}$
2. Estimación de las variancias dentro de los estratos
3. Determinación del método de asignar a los estratos el tamaño de muestra total

En el caso de asignación proporcional, el tamaño de muestra total requerido para un Vo es:

$$(54) \quad n = \frac{\sum_{i=1}^{k} W_i S_i^2}{Vo + \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{k} W_i S_i^2}$$

En el caso de asignación óptima, el tamaño de muestra total requerido para un Vo dado es:

$$(55) \quad n = \frac{\left(\sum_{i=1}^{k} W_i S_i \right)^2}{Vo + \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{k} W_i S_i^2}$$

Si la fracción de muestreo $(\frac{n_i}{N_i})$ es despreciable en todos los estratos las fórmulas (54, 55) anteriores se simplifican como sigue:

$$(54a) \quad n = \frac{1}{Vo} \sum_{i=1}^{k} W_i S_i^2$$

$$(55a) \quad n = \frac{1}{Vo} \left(\sum_{i=1}^{k} W_i S_i \right)^2$$

Ejemplo 11

En el Lago A, las unidades económicas pesqueras activas han sido asignadas en cuatro estratos tomando en consideración la clase de embarcación de pesca utilizada (canoa ahuecada de un tronco, canoa de tablas, embarcación pequeña construída de tablas, lancha grande construída de tablas). Dentro de cada estrato se dispone de información sobre la variancia por unidad de la variable aleatoria (y), que denominamos "variante" ((y) : número total de redes de enmalle utilizadas por UEP). Cuántas unidades económicas de pesca deberían seleccionarse para conseguir una estimación del promedio de redes de enmalle utilizadas por UEP, con un coeficiente de variación del 5 por ciento? El cálculo referente al tamaño de n debería hacerse para los casos siguientes:

(a) Asignación proporcional

(b) Asignación óptima

Estratos de UEPs	Número de UEPs en la población		S_i^2	S_i	$W_iS_i^2$	W_iS_i
	N_i	W_i(%)				
Estr.1	200	50,00	4	2	2	1
Estr.2	100	25,00	16	4	4	1
Estr.3	80	20,00	25	5	5	1
Estr.4	20	5,00	36	6	1,8	0,3
TOTAL:	N=400				12,8	3,3

$$CV(\bar{y}) = \frac{\sqrt{V(\bar{y})}}{\bar{Y}} = 0,05$$

O bien,

$$Vo = V(\bar{y}) = (0,05 \times \bar{Y})^2$$

Si el valor estimado de $\bar{y} \simeq 12$, resultará:

$$\hat{V}o = 0,0025 \times 144 = 0,36$$

En el caso de asignación proporcional:

$$n = \frac{12,8}{0,36+0,32} = \frac{12,8}{0,68} = 19 \text{ UEPs}$$

En el caso de asignación óptima:

$$n = \frac{(3,3)^2}{0,36+0,32} = \frac{10,89}{0,68} = 16 \text{ UEPs}$$

15.3.5 Estimación de proporciones

En muestras aleatorias simples (wrp) de tamaño $n_i, \sum_{i=1}^{k} n_i = n$, dentro de los estratos, una estimación insesgada de la proporción de población, P, viene dada por:

$$(56) \quad p_{st} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{k} N_i p_i = \sum_{i=1}^{k} W_i p_i$$

Donde,

$i^{ésimo}$, p_i es la proporción de muestra de unidades en clase A en el estrato y W_i es el peso del estrato:

$$(W_i = \frac{N_i}{N})$$

La variancia de p_{st} es:

$$(57) \quad V(p_{st}) = \frac{1}{N^2}\sum_{i=1}^{k}\frac{N_i(N_i-n_i)}{n_i}S_i^2$$

Donde,

$$S_i^2 = \frac{N_i P_i Q_i}{N_i-1}$$

La variancia estimada de p_{st} es:

$$(58) \quad v(p_{st}) = \frac{1}{N^2}\sum_{i=1}^{k}\frac{N_i(N_i-n_i)}{n_i}s_i^2$$

Donde,

$$s_i^2 = \frac{n_i p_i q_i}{n_i-1}$$

Si N_i/N_i-1 puede tomarse como igual a la unidad, la fórmula (57) anterior puede simplificarse como sigue:

$$(57a) \quad V(p_{st}) = \frac{1}{N^2}\sum_{i=1}^{k}\frac{N_i(N_i-n_i)}{n_i}P_iQ_i$$

De la fórmula (57a) resulta evidente que la variancia de p_{st} depende del producto P_i y $Q_i = (1-P_i)$. Si P_i se aproxima a cero o a la unidad, el producto es pequeño. Así, pues, puede conseguirse mayor precisión si los estratos pueden formarse de modo tal que las unidades pertenecientes a la clase que se investiga (para la cual se busca la proporción) pueden ser asignadas al mismo estrato.

En una muestra estratificada con asignación proporcional ($n_i = n\frac{N_i}{N}$) el estimador de la variancia de la proporción es:

$$(59) \quad V(p_{st}) = \frac{N-n}{Nn}\sum\frac{N_i}{N}\frac{N_iP_iQ_i}{N_i-1} \simeq \frac{N-n}{Nn}\sum W_iP_iQ_i$$

Se ha indicado que si $1 \simeq N_i/N_i-1$, $S_i^2 = P_iQ_i$. En tal caso el tamaño óptimo de muestra n_i viene dado por:

$$(60) \quad n_i = n\frac{N_i\sqrt{P_iQ_i}}{\sum N_i\sqrt{P_iQ_i}}$$

Ejemplo 12

En un cierto lugar de aguas continentales, los pescadores registrados (matriculados) han sido agrupados en tres estratos, tomando como criterio de estratificación su lugar de residencia. A fin de estimar la proporción de pescadores que son propietarios de embarcaciones, se seleccionó del registro una muestra de n = 200 pescadores. La tabla que sigue proporciona los valores de muestra de p_i de los pescadores propietarios de embarcaciones pesqueras. Estimar el intervalo de confianza referente a P (P = 95 por ciento).

Estratos geográficos	Núm.de pescadores en la población N_i	W_i(%)	N_i	p_i	$W_i p_i$	S_i^2 *	$\frac{N_i(N_i-n_i)}{n_i} S_i^2$
Estr.1	1200	50,0	60	0,70	0,350	0,2136	4870
Estr.2	800	30,0	36	0,75	0,225	0,1929	3275
Estr.3	400	20,0	24	0,86	0,172	0,1256	787
TOTAL:	N=2400	100,00	n=120		0,747		8932

* Valores de población

Proporción de población estimada:

$$p_{st} = \sum_{i=1}^{k} W_i p_i = 0,747$$

Varianza calculada de p_{st}:

$$V(p_{st}) = \frac{1}{(2400)^2} x 8932 = 0,00155$$

Intervalo de confianza de P, calculado:

$$0,747 - 1,96 \times 0,0394 < P < 0,747 + 1,96 \times 0,0394$$

$$0,6698 < P < 0,8542$$

15.3.6 Asignación proporcional - X

En la sección 15.3.2 se hizo la asignación del tamaño de muestra total a los estratos, empleando la asignación proporcional-N. Si se dispone de medidas de la variable (x) de control para todas las unidades en la población, los tamaños de muestra de n_i pueden determinarse como una proporción de X_i:

(61) $$n_i = n \frac{X_i}{X}$$

Donde,

$$X_i = \sum_{j=1}^{N_i} x_{ij}, \quad X = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{N_i} x_{ij}$$

Esta asignación se denomina asignación proporcional-X. La variancia de $\hat{Y}$ viene dada por:

(62) $$V_{x-pr} = \frac{N}{n} \sum_{i=1}^{k} \frac{N_i S_i^2}{\bar{X}_i / \bar{X}}$$

15.3.7 Construcción y número de estratos

Por lo que toca a construcción de estratos, la situación ideal es aquella en que se conoce la distribución de la variante (variable aleatoria) de control. En tal caso, los estratos se forman haciendo cortes en la distribución en puntos adecuados. Si se carece de dicha información, lo más útil sería conocer la frecuencia o alguna otra cantidad muy directamente relacionada con la variable de control. Conviene observar que con poblaciones disimétricas, en las cuales una pequeña proporción de las unidades supone una gran proporción del total (de y), una solución práctica del problema consiste en tomar las unidades más amplias en la muestra con certeza, y elegir una muestra partiendo del resto.

Por lo que a número de estratos se refiere, a primera vista la respuesta es que la multiplicidad de estratos mejoraría la precisión de las estimaciones. Esta es una razón justificativa de que el estadístico de encuestas favorezca el empleo de un número elevado de estratos. La multiplicación de estratos más allá de un número razonable, lleva en sí algunas desventajas, v.g., el coste y el tiempo que consume el proceso de los datos aumentarían considerablemente.

15.4 Muestreo sistemático

Supongamos un estanque piscícola que contenga N peces, que se numeran de 1 a N. Para seleccionar una muestra de n unidades puede emplearse el procedimiento siguiente:

1. Se calcula el intervalo de espaciamiento $z = \frac{N}{n}$
2. Se elige una unidad al azar de entre las z primeras unidades (la unidad elegida es la $j^{ésima}$)
3. La muestra contiene las n unidades con números de serie en la población, j, j+z, j+2z, ..., j+(n-1)z

Del análisis que antecede se deduce que la primera seleccionada determina la muestra global1/. Este tipo de muestra se ha designado como "muestra sistemática de cada $z^{ésimo}$" (siendo z el intervalo de espaciado).

Se ha demostrado que en el muestreo sistemático con intervalo de espacido z, una estimación insesgada de la media de la población viene dada por:

$$(63) \quad \bar{y}_s = \frac{y_s}{n} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} y_{sj}$$

Donde el sufijo s se refiere a la muestra sistemática seleccionada (s = 1, 2, ..., z). La variancia de la media estimada es:

$$(64) \quad V(\bar{y}_s) = \frac{1}{z}\sum_{s=1}^{z}(\bar{y}_s-\bar{Y})^2$$

La fórmula (64) anterior indica que se obtendrán los mejores resultados si la variabilidad dentro de los conglomerados es muy elevada, es decir, los conglomerados son lo más heterogéneos posible. Es fácil demostrar que la variancia de la media muestral sistemática puede expresarse también como sigue:

1/ Otro modo de considerar el muestreo sistemático es que la población ha sido dividida en z unidades grandes de muestreo (conglomerados), cada una de las cuales contiene n de las unidades originales. La operación de elegir una muestra sistemática, emplazada al azar, es justamente la operación de elegir al azar un conglomerado de entre los z conglomerados que constituyen la población

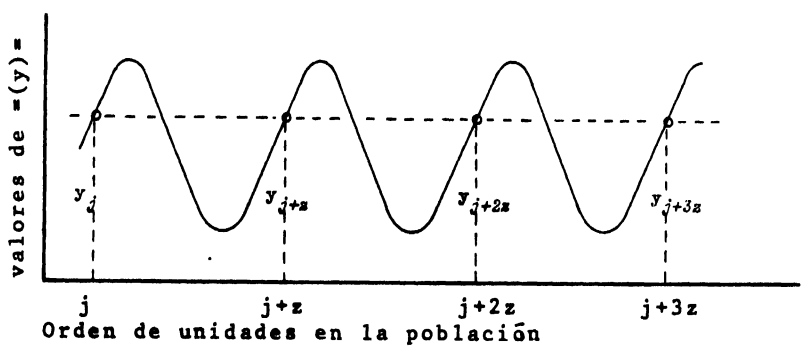
(65) $$V(\bar{y}_s) = \frac{S^2}{n}\{(1-\frac{1}{N})+(n-1)\rho_s\}$$

donde ρ_s es el coeficiente de correlación entre unidades en la misma muestra sistemática (coeficiente de correlación dentro del conglomerado). De la fórmula (65) se deduce que una correlación positiva entre unidades en la misma muestra sistemática aumenta la variancia de la estimación.

Sin embargo, en la práctica, cuando hay motivos para creer que la inscripción o catalogación de unidades en la población puede considerarse como aleatoria, para calcular $V(\bar{y}_s)$ se aplica (véase sección 15.2.1) la fórmula para estimar la variación de $\bar{y}$ para muestra aleatoria simple con reposición.

Conviene observar también que la muestra sistemática puede dar resultados muy malos si la población consiste en una tendencia periódica. En efecto, si el intervalo de espaciado z es un múltiplo par del semiperíodo, la muestra no es más precisa que una sola observación seleccionada al azar de entre la población (véase figura que sigue). No obstante, si el intervalo de muestreo es un múltiplo impar del semiperíodo, la estimación será muy precisa.

El muestreo sistemático constituye una gran ventaja en una encuesta a gran escala, donde la muestra ha de elegirse en el propio lugar del campo y cuando se desea cerciorarse de que el registrador no ha cometido errores en el proceso de selección. De nuevo, como la muestra está repartida por igual en el conjunto de la población, se espera obtener resultados bastante precisos.



Otras indicaciones sobre la variancia de $\bar{y}_s$: Con respecto a la estimación del error de estimación de la muestra, es evidente de la fórmula (64) que no es posible obtener de una sola muestra una estimación insesgada. No obstante, si se elige más de una muestra sistemática, la variancia de $\bar{y}_s$ se podría estimar fácilmente. Otro estimador de la variancia de $\bar{y}_s$ viene dada por la expresión siguiente:

$$(66) \quad V(\bar{y}_s) = \frac{N-1}{N}S^2 - \frac{n-1}{n}S_w^2$$

Donde:

$$S^2 = \frac{1}{N-1}\sum_{s=1}^{z}\sum_{j=1}^{n}(y_{sj}-\bar{Y})^2$$

Y:

$$S_w^2 = \frac{1}{z(n-1)}\sum_{s=1}^{z}\sum_{j=1}^{n}(y_{sj}-\bar{Y}_s)^2$$

S_w^2 se denomina también "variancia dentro de los conglomerados".

Ejemplo 13

En la playa B, se eligió una muestra sistemática de desembarques en un día determinado. De cada desembarque seleccionado se recogió información sobre la captura total de pescado (y), empleando el enfoque de "medición real". Los datos de muestra figuran más abajo. Estimar el coeficiente de variación de $\bar{y}_s$.

Datos de muestra:

$$N = 50 \qquad \sum_{j=1}^{10} y_j = 250 \text{ kg} \qquad \sum_{j=1}^{10} y_j^2 = 6430 \text{ kg}^2$$
$$n = 10$$

Media estimada de la población:

$$\bar{y}_s = 25 \text{ kg por desembarque}$$

Variancia estimada por unidad:

$$s_y^2 = \frac{1}{9}\{6430 - \frac{(250)^2}{10}\} = 20\text{kg}^2$$

Variancia estimada de $\bar{y}_s$:

$$v(\bar{y}_s) = (\frac{1}{10} - \frac{1}{50})20 = 1{,}6\text{kg}^2$$

$$cv(\bar{y}_s) = \frac{\sqrt{1{,}6}}{25}x100 = 5{,}06 \text{ por ciento}$$

15.5 Estimación de razón, o estimación proporcionada

En esta sección se expone otro método en el que se hace hincapié en el empleo de información auxiliar para aumentar la precisión de las estimaciones. Si se conocen los valores de (x) ("variante auxiliar"), para todas las unidades de la población, y la razón (o relación) entre y (variante de la encuesta) y la variante auxiliar x no difiere mucho de la unidad, puede ser ventajoso estimar la razón de población:

$$R = \frac{Y}{X}$$

de la muestra y por tanto estimar la media o el total de la población. Esta estimación se llama "estimación proporcionada". En el caso de muestreo aleatorio simple, una estimación (sesgada) del total de la población viene dada por:

(67) $$\hat{Y}_{rat} = \frac{y}{x}X = \hat{R}X$$

Donde,

$$y = \sum_{j=1}^{n} y_j, \qquad x = \sum_{j=1}^{n} x_j, \qquad X = \sum_{j=1}^{N} x_j$$

Una estimación de la media de la población viene dada por:

(68) $$\bar{y}_{rat} = \frac{y}{x}\bar{X} = \hat{R}\bar{X}$$

Conviene advertir que en muestras grandes el sesgo de la estimación es despreciable1/.

La expresión exacta de la variancia de la estimación es muy complicada. Como aproximación de la variancia de Y puede tomarse:

(69) $$V(\hat{Y}_{rat}) = N^2\left(\frac{1}{n}-\frac{1}{N}\right)S_{yx}^2$$

Donde,

$$S_{yx}^2 = \frac{1}{N-1}\sum_{j=1}^{N}(y_j-Rx_j)^2$$

O bien,

$$V(\hat{Y}_{rat}) = \frac{N(N-n)}{n}(S_y^2+R^2S_x^2-2R\rho S_yS_x)$$

Donde ρ: coeficiente de correlación entre x_j y y_j.

Como estimación de la variancia de $\hat{Y}$ puede tomarse:

(70) $$v(\hat{Y}_{rat}) = N^2\left(\frac{1}{n}-\frac{1}{N}\right)s_{yx}^2$$

Donde,

$$s_{yx}^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}(y_j-\hat{R}x_j)^2, \qquad \hat{R} = \frac{\bar{y}}{\bar{x}}$$

O bien,

$$v(\hat{Y}_{rat}) = \frac{N(N-n)}{n}(s_y^2+\hat{R}^2s_x^2-2\hat{R}\hat{\rho}s_ys_x)$$

Como una aproximación de la variancia de $\bar{y}_{rat}$ se puede tomar:

(71) $$V(\bar{y}_{rat}) = \frac{1}{N^2}V(\hat{Y}) = \frac{(N-n)}{Nn(N-1)}\sum_{j=1}^{N}(y_j-Rx_j)^2$$

1/ Se ha demostrado que los estimadores Y_{rat} e y_{rat} tienen sesgo, es decir, $E(Y_{rat})\neq Y$ y $E(\bar{y}_{rat})\neq\bar{Y}$. En muestras grandes (n>50), este sesgo es despreciable. En tal caso, la razón está distribuida normalmente, y resulta válida para su variancia la fórmula en gran escala

O bien,

$$V(\bar{y}_{rat}) = \left(\frac{N-n}{Nn}\right) (S_y^2 + R^2 S_x^2 - 2R\rho S_x S_y)$$

Como una estimación de la variancia de $\bar{y}_{rat}$ se puede tomar:

$$v(\bar{y}_{rat}) = \frac{(N-n)}{Nn(n-1)} \sum_{j=1}^{n} (y_j - \hat{R}x_j)^2 \tag{72}$$

O bien,

$$v(\bar{y}_{rat}) = \frac{(N-n)}{Nn} (s_y^2 + \hat{R}^2 s_x^2 - 2\hat{R}\hat{\rho} s_y s_x)$$

Compárese ahora la variancia de la estimación basada en la media de la muestra de y (muestra aleatoria simple) y la estimación proporcionada. Se tiene:

1. $V(\hat{Y}) = N^2\left(\frac{1}{n} - \frac{1}{N}\right) S_y^2$

2. $V(\hat{Y}_{rat}) = N^2\left(\frac{1}{n} - \frac{1}{N}\right)(S_y^2 + R^2 S_x^2 - 2R\rho S_x S_y)$

Por lo tanto, la estimación proporcionada tiene la variancia más pequeña si:

$$\rho > \frac{1}{2} \frac{CV(x)}{CV(y)}$$

Ejemplo 14

En un lago artificial hay 110 unidades económicas pesqueras. A fin de estimar el número total de operaciones pesqueras de las unidades en el lago, durante un año dado, se empleó el procedimiento siguiente. Se eligió una muestra aleatoria simple de unidades económicas pesqueras (n = 15). De cada unidad de muestra se obtuvo información sobre la característica de encuesta (y) y el número de pescadores activos (x). Se conoce el número total de pescadores activos en el lago (resultados de una encuesta estructural). La tabla que sigue proporciona los datos de muestra obtenidos. Estimar el intervalo de confianza de Y (número total de faenas de pesca durante el año que interesa).

Sitio de pesca	x_j	y_j	Sitio de pesca	x_j	y_j	Sitio de pesca	x_j	y_j	
01	2	220	06	3	220	11	2	200	$\sum_{j=1}^{110} x_i = 340$ pescadores activos (Encuesta Estructural)
02	3	200	07	2	150	12	2	200	
03	4	230	08	3	190	13	3	220	
04	2	180	09	4	250	14	4	220	
05	3	200	10	4	250	15	4	250	
							$\sum x_j = 45$	$\sum y_j = 3180$	

Número total estimado de faenas de pesca en el lago durante un año dado.

$$\hat{Y}_{rat} = \frac{3180}{45} \times 340 = 22249 \text{ faenas de pesca}$$

Variancia estimada de $\hat{Y}$:

$$v(\hat{Y}_{rat}) = \frac{N(N-n)}{n(n-1)} \sum_{j=1}^{n} (y_j - \hat{R}x_j)^2$$

$$= \frac{N(N-n)}{n(n-1)}\left(\sum_{j=1}^{n} y_j^2+\hat{R}^2\sum_{j=1}^{n} x_j^2-2\hat{R}\sum_{j=1}^{n} x_j y_j\right)$$

O bien,

$$v(\hat{Y}_{rat}) = \frac{110x95}{15x14}(685000+4992,84x145-2x70,66x9790) = 25439$$

faenas de pesca^2

Intervalo de confianza estimado de Y (P = 95 por ciento):

$$22249 - 1,96 \times 1123,76<Y<22249 + 1,96 \times 1123,76$$

20047 f.de pesca <Y<24451 faenas de pesca

15.5.1 Empleo de la estimación de razón en la estimación de proporciones

Supóngase que en un cierto día, el número total de cestas de pescado ahumado que llega al mercado de la orilla del lago es N(j = 1, 2, ..., N). Cada cesta contiene pescado de dos especies diferentes, A y B. Se elige una muestra aleatoria simple de tamaño n de cestas, y de cada cesta de muestra se obteine información sobre el peso total de la cesta (x_j) y del peso de la especie A(y_j).

La proporción de especie A que llega al mercado en cuestión es:

(73) $$P = \frac{\sum_{j=1}^{N} y_j}{\sum_{j=1}^{N} x_j}$$

Como estimación de P se toma:

(74) $$p = \frac{\sum_{j=1}^{n} y_j}{\sum_{j=1}^{n} x_j} = \frac{y}{x} = \hat{R}$$

La variancia de p puede tomarse como sigue:

a) $$p = \hat{R} = \frac{\hat{Y}}{X}$$

b) $$V(\hat{R}) = \frac{1}{X^2}v(\hat{Y}) = \frac{1}{X^2}\frac{N(N-n)}{n}S^2_{yx}$$

O bien,

(75) $$V(p) = V(\hat{R}) = \frac{N(N-n)}{nX^2}\frac{\sum_{j=1}^{N}(y_j-Rx_j)^2}{N-1}$$

Como estimación (aproximación) de la variancia de p se puede tomar:

$$X^2 = N^2\bar{x}^2$$

(76) $$v(p) = v(\hat{R}) = \frac{(N-n)}{nN}\frac{1}{\bar{x}^2}\frac{\sum_{j=1}^{n}(y_j-\hat{R}x_j)^2}{n-1}$$

Ejemplo 15

En determinado lugar de aguas continentales hay registradas 1500 UEPs. Se eligió una muestra aleatoria simple de 30 UEPs, y de cada unidad se obtuvo información acerca de la situación de empleo de los pescadores activos. Sirviéndose de los datos de la muestra, estimar el intervalo de confianza de la proporción de ayudante de pescador retribuídos (en matálico) en la población. En la tabla que sigue, el símbolo x_j representa el número total de pescadores activos por UEP de muestra, y el símbolo y_j los ayudantes de pescadores retribuídos, respectivos.

x_j	y_j	x_j	y_j	x_j	y_j	x_j	y_j	x_j	y_j	Observaciones
6	3	3	1	7	3	3	2	2	1	
5	1	3	1	4	3	3	1	4	3	
2	1	4	2	3	2	4	1	3	1	
3	1	4	3	5	3	3	2	4	2	
3	1	3	2	4	3	3	2	2	1	
3	1	2	1	4	3	1	0	4	2	
								$\sum_{j=1}^{30} x_j=104$	$\sum_{j=1}^{30} y_j=53$	

Proporción estimada de ayudantes de pescadores retribuídos (en metálico):

$$p = \frac{53}{104} = 0,5096$$

Variancia de p estimada:

$$v(p) = \frac{(N-n)}{Nn}\frac{1}{\bar{x}^2(n-1)}\left(\sum_{j=1}^{30} y_j^2+\hat{R}^2\sum_{j=1}^{30} x_j^2-2\hat{R}\sum_{j=1}^{30} x_jy_j\right)$$

O bien,

$$v(p) = \frac{(1500-30)}{1500x30}x\frac{1}{(3,466)^2x29}\{117+(\frac{53}{104})^2x404-2x(\frac{53}{104})x206\} = 0,000937$$

Intervalo de confianza de P, estimado:

$$0,4496<P<0,5696$$

15.5.2 Empleo de la estimación proporcionada en el muestreo aleatorio estratificado

Existen principalmente dos modos en los cuales puede hacerse una estimación proporcionada del total de la población Y:

1. Estimación proporcionada separada: Que consiste en hacer una estimación separada del total de cada estrato, sumando luego estos totales:

(77) $$\hat{Y}_{rat.s} = \sum_{i=1}^{k}\frac{y_i}{x_i}X_i = \sum_{i=1}^{k}\frac{\bar{y}_i}{\bar{x}_i}X_i = \sum_{i=1}^{k}\hat{R}_iX_i$$

Si los tamaños de muestra n_i son grandes en todos los estratos, la variancia de $\hat{Y}$ es:

(78) $$V(\hat{Y}_{rat.s}) = \sum_{i=1}^{k} V_i$$

Donde,

$$V_i = \frac{N_i(N_i-n_i)}{n_i} \frac{1}{N_i-1} \sum_{j=1}^{N_i} (y_{ij}-R_i x_{ij})^2$$

La varianza estimada de $\hat{Y}$ es:

(79) $$v(\hat{Y}_{rat.s}) = \sum_{i=1}^{k} v_i$$

Donde,

$$v_i = \frac{N_i(N_i-n_i)}{n_i} \frac{1}{n_i-1} \sum_{j=1}^{n_i} (y_{ij}-\hat{R}_i x_{ij})^2$$

2. Estimación de razón, combinada: Partiendo de los datos de muestra, se calcula primero:

$$\hat{Y}_{st.} = \sum_{i=1}^{k} N_i \bar{y}_i, \qquad \hat{X}_{st.} = \sum_{i=1}^{k} N_i \bar{x}_i, \qquad \hat{R} = \frac{\hat{Y}}{\hat{X}}$$

Si el tamaño de la muestra total n es grande, la variancia de $\hat{Y}_{rat.s}$ viene dada por:

(80) $$V(\hat{Y}_{rat.s}) = \sum_{i=1}^{k} V_i$$

Donde,

$$V_i = \frac{N_i(N_i-n_i)}{n_i} \frac{1}{N_i-1} \sum_{j=1}^{N_i} (y_{ij}-R x_{ij})^2$$

La variancia, estimada, de $\hat{Y}_{rat.s}$ es:

(81) $$v(\hat{Y}_{rat.s}) = \sum_{i=1}^{k} v_i$$

Donde,

$$v_i = \frac{N_i(N_i-n_i)}{n_i} \frac{1}{n_i-1} \sum_{j=1}^{n_i} (y_{ij}-\hat{R} x_{ij})^2$$

15.6 Estimación de diferencia

Otro método que se utiliza en el campo de encuestas de muestras en gran escala, a fin de mejorar el grado de precisión de las estimaciones, haciendo uso de información suplementaria, es la estimación de diferencia. Se ha visto que el método de razón proporcionará una buena estimación si la curva que representa la relación entre x é y pasa por el origen. Si esta curva no pasa por el origen, es preferible usar una estimación basada en la regresión de y con respecto a x, en vez de servirse de la razón de y respecto a x. Cuando han de estimarse varios conceptos partiendo de la misma encuesta, la estimación de diferencia reemplaza a la estimación de regresión debido a la sencillez que implica el cálculo de las estimaciones de las características de la encuesta.

Como estimación de la media de la población se puede tomar:

(82) $$\bar{y}_D = \bar{y} + k(\bar{X}-\bar{x})$$

Donde,

$$\bar{y} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} y_j, \qquad \bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} x_j, \qquad \bar{X} = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} x_j$$

k : la constante k, se toma, generalmente, igual a la unidad[1]/

Conviene advertir que $\bar{y}_D$ es una estimación insesgada:

$$\begin{aligned} E(\bar{y}_D) &= E(\bar{y})+kE(\bar{X}-\bar{x}) \\ &= \bar{Y}+k\bar{X}-kE(\bar{X}) \\ &= \bar{Y}+k\bar{X}-k\bar{X} = \bar{Y} \end{aligned}$$

La variancia de $\bar{y}_D$ viene dada por:

(83) $$V(\bar{y}_D) = \frac{(N-n)}{Nn}\,\frac{1}{N-1}\sum_{j=1}^{N}\{(y_j-kx_j)-(\bar{Y}-k\bar{X})\}^2$$

Una estimación insesgada de la variancia de $\bar{y}_D$ es:

$$v(\bar{y}_D) = \frac{(N-n)}{Nn}\,\frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}\{(y_j-kx_j)-(\bar{y}-k\bar{X})\}^2$$

O bien,

(84) $$v(\bar{y}_D) = \frac{(N-n)}{Nn(n-1)}\left(\sum_{j=1}^{n} y_j^2+k^2\sum_{j=1}^{n} x_j^2-2k\sum_{j=1}^{n} x_jy_j-\frac{y^2}{n}-k^2\frac{x^2}{n}+2k\frac{xy}{n}\right)$$

Una estimación del total de la población viene dada por:

(85) $$\hat{Y}_D = N\bar{y}_D = N\{\bar{y}+k(\bar{X}-\bar{x})\}$$

La variancia de $\hat{Y}_D$ es:

(86) $$V(\hat{Y}_D) = N^2V(\bar{y}_D)$$

Una estimación insesgada de la variancia de $\hat{Y}_D$ es:

(87)
$$\begin{aligned} v(\hat{Y}_D) &= N^2v(\bar{y}_D) \\ &= \frac{N(N-n)}{n(n-1)}\left(\sum_{j=1}^{n} y_j^2+k^2\sum_{j=1}^{n} x_j^2-2k\sum_{j=1}^{n} x_jy_j-\frac{y^2}{n}-k^2\frac{x^2}{n}+2k\frac{xy}{n}\right) \end{aligned}$$

Ejemplo 16

Sirviéndose de los datos de muestra del ejemplo 14, calcular $\bar{y}_D$ y $cv(\bar{y}_D)$.

Magnitudes calculadas:

$\bar{y}$ = 212 faenas de pesca

$\bar{x}$ = 3 pescadores activos

$\bar{X}$ = 3,09 pescadores activos

k = 1

1/ La precisión de k aumenta a medida que $k \to \beta$, donde β es el coeficiente de regresión en la ecuación de regresión $y=a+\beta x$

Promedio estimado de faenas de pesca por unidad económica pesquera, durante un año dado:

$$\bar{y}_D = 212+1(3,09-3,00) = 212,09 \text{ faenas de pesca}$$

Variancia estimada de $\bar{y}_D$:

$$v(\bar{y}_D) = \frac{95}{110x15x14}(685000+145-2x9790-\frac{3180^2}{15}-\frac{45^2}{15}+\frac{2x3180x45}{15})$$

$$= 42,44 \text{ faenas de pesca}^2$$

Coeficiente de variación de $\bar{y}_D$ estimado:

$$cv(\bar{y}_D) = \frac{\sqrt{42,44}}{212,09}x100 = 3,07 \text{ por ciento}$$

15.7 Estimación en el muestreo de probabilidad desigual

Las estimaciones de estratificación, de razón ("proporcionada") de regresión y de diferencia, son algunas de las técnicas mediante las cuales se controla la variabilidad en el tamaño de las unidades. Otra de tales técnicas la constituye el muestreo "pps" donde las unidades se seleccionan con probabilidades proporcionadas a su tamaño. Este método tiene bastantes aplicaciones en el campo de las encuestas de gran escala, donde el muestreo de conglomerados de unidades, con o sin submuestreo dentro de los conglomerados, se prefiere al muestreo directo de las unidades individuales, por una o dos razones: Una es la dificultad de organizar una muestra de unidades individuales si no se cuenta con una estructura fiable. La segunda razón para el muestreo de conglomerados es que el muestreo de unidades individuales no conduce a la utilización más económica de los recursos disponibles.

El método "pps" tiene la ventaja de proporcionar estimaciones de medias, totales y variancias, no afectados por sesgo y fácilmente calculados. A fin de conseguirlo, la selección deberá hacerse con reposición. La medida del tamaño del conglomerado es la información suplementaria disponible para las unidades. Por ejemplo, la medida del tamaño de un sitio pesquero puede ser el número de unidades económicas pesqueras que contenga (información obtenible de una encuesta estructural). En este método, una unidad de mayor tamaño tiene una mayor probabilidad de selección, comparándola con otra de menor tamaño. Un método sencillo de selección de la muestra podría consistir en asignar número a las unidades en proporción a su tamaño, y servirse luego de la tabla de números inscritos al azar, según se hace corrientemente. Como demostración de este proceso de selección, consideremos el problema de eligir tres sitios de pesca de entre los inscritos en la tabla que sigue:

Núm.serial del sitio de pesca	Núm.de UEPs (x)	Total acumulativo de x	Números asignados	Sitios de pesca seleccionados
01	12	12	001-012	Núm.aleatorio 011, Sitio de pesca sel. Núm. 01
02	5	17	013-017	
03	20	37	018-037	Núm.aleatorio 027, Sitio de pesca sel. Núm. 03
04	2	39	038-039	
05	30	69	040-069	Núm.aleatorio 064, Sitio de pesca sel. Núm. 05
06	15	84	070-084	
07	8	92	085-092	
08	6	98	093-098	
09	8	106	099-106	
10	14	120	107-120	
TOTAL:	120			

Si el número de unidades en la población es muy grande, con lo cual la acumulación de tamaños de las unidades resultaría muy laborioso, puede seguirse el procedimiento equivalente que más abajo se indica:

1. N : Número de conglomerados en la población, v.g., sitios de pesca
2. x_i : Tamaño del conglomerado $i^{ésimo}$, v.g., número de unidades económicas de pesca ($i = 1, 2, \ldots, N$)
3. x_{max} : Tamaño máximo

Elegir un par de números inseridos al azar, uno entre 1 y N, y el otro entre 1 y x_{max}. Si el segundo de los números aleatorios es más pequeño que el tamaño de la unidad elegida provisionalmente por el primer número aleatorio, esta unidad se selecciona finalmente en la muestra. De no ser así, se rechaza esta unidad y se hace una nueva selección.

Como consecuencia de la elección de unidades con probabilidad proporcional a (x), el procedimiento de estimación es especialmente simple. Suponiendo que la muestra seleccionada por este procedimiento venga dada por:

$$\begin{pmatrix} y_1, & y_2, & \cdots & y_i & \cdots & y_n \\ p_1, & p_2, & \cdots & p_i & \cdots & p_n \end{pmatrix}$$

Donde,

$$p_i = \frac{x_i}{X}, \qquad (X = \sum_{i=1}^{N} x_i),$$

es la probabilidad en la cual la unidad $i^{ésimo}$ es elegida en la muestra de tamaño x_i

Como estimación del total de la población Y, se toma:

$$\hat{Y} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{y_i}{p_i} = \frac{X}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{y_i}{x_i} \tag{88}$$

Obsérvese que en la fórmula (89) no aparece el término $(1 - \frac{n}{N})$, ya que el muestreo es con reposición (wr).

El estimador (88) no tiene sesgo, es decir, $E(\hat{Y}) = Y$.

La variancia del total estimado es:

$$V(\hat{Y}) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{N} p_i\left(\frac{y_i}{p_i} - Y\right)^2 = \frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{N}\frac{y_i^2}{p_i} - Y^2\right) \tag{89}$$

La variancia de $\hat{Y}$ estimada es:

$$v(\hat{Y}) = \frac{1}{n(n-1)}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{y_i}{p_i} - \hat{Y}\right)^2 \tag{90}$$

Obsérvese que si $y_i \propto x_i$, entonces $V(\hat{Y}) = 0$.

Ejemplo 17

En un nuevo lago artificial hay 20 sitios de pesca. A fin de obtener una estimación del número de redes de enmalle que son propiedad de los pescadores (y), se empleó el procedimiento que sigue: Empleando el "enfoque acuático" se inició una encuesta estructural, a base de la cual se obtuvieron observaciones visuales acerca del número de embarcaciones pesqueras (x). De la estructura de muestreo se seleccionó una muestra de cuatro sitios de pesca (pps), obteniéndose información acerca de la "variante" (variable aleatoria) de la encuesta. La tabla siguiente contiene los datos de muestra. Estimar las incógnitas $\hat{Y}$ y $cv(\hat{Y})$.

- datos de muestra -

Sitios de pesca de muestra	Número de barcas de pesca vistas x_i	Número de redes de enmalle propias y_i	$p_i = \frac{x_i}{X}$	$t_i = \frac{y_i}{p_i}$	$t_i^2 = (\frac{y_i}{p_i})^2$	Observaciones
1	22	81	0,0443	1828	3341584	$(\sum_{j=1}^{20} x_i$ = 496 barcas de pesca vistas
2	30	118	0,0605	1950	3802500	
3	30	118	0,0605	1950	3802500	
4	42	170	0,0847	2007	4028049	
				7735 $(t=\sum t_i)$	14974633	

Número total estimado de redes de enmalle que son propiedad de los pescadores:

$$\hat{Y} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{y_i}{p_i} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i = \frac{7735}{4} = 1934 \text{ redes de enmalle}$$

Variancia de $\hat{Y}$ estimada:

$$v(\hat{Y}) = \frac{1}{n(n-1)}\sum_{i=1}^{n}(\frac{y_i}{p_i}-\hat{Y})^2 = \frac{1}{n(n-1)}\sum_{i=1}^{n}(t_i-\bar{t})^2 = \frac{1}{n(n-1)}\left(\sum_{i=1}^{n} t_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^{n} t_i)^2}{n}\right)$$

$$= \frac{1}{n(n-1)}\left(\sum_{i=1}^{n} t_i^2 - (\frac{t^2}{n})\right) = \frac{1}{4x3}\left(14974633 - \frac{(7735)^2}{4}\right) = 1423 \text{ redes de enmalle}^2$$

Coeficiente de variación de $\hat{Y}$, estimado:

$$cv(\hat{Y}) = \frac{\sqrt{v(\hat{Y})}}{\hat{Y}}x100 = \frac{\sqrt{1423}}{1934}x100 = 1,9 \text{ por ciento}$$

15.8 Muestreo en dos etapas

Cuando los conglomerados son grandes, es difícil enumerarlos completamente. Al mismo tiempo resulta innecesario compilar información sobre cada individuo en los conglomerados de la muestra. En vez de ello, sería mejor tomar una nueva muestra de unidades de encuesta, de cada conglomerado seleccionado, y recoger información de las características de encuesta de entre las unidades de encuesta muestral. Así pues, la muestra se elige en dos etapas. En la primera etapa se selecciona una muestra de conglomerados, y en la segunda etapa se elige una muestra de unidades de encuesta, dentro de los conglomerados de la muestra. La preparación de la muestra se designa por "muestreo en dos etapas".

A continuación se estudia cómo formar estimaciones con sus errores típicos, a partir de un proyecto de dos etapas.

Notación:

N : Número de unidades de la primera etapa (Unidades de Muestreo Primaria - UMPs) $i = 1, 2, 3, \ldots, N$

n : Tamaño de muestra de la primera etapa

M_i : Tamaño de la unidad $i^{ésimo}$ de muestreo primario, a saber, número de unidades de encuesta aquí llamadas Unidades de Muestreo Secundario - UMSs ($j = 1, 2, 3, \ldots, M_i$)

m_i : Unidades de muestreo de la segunda etapa dentro de la $i^{ésimo}$ UEP

$f_i = n/N$: Fracción de muestreo de la primera etapa

$f_{2i} = \frac{m_i}{M_i}$: Fracción de muestreo de la segunda etapa, para la $i^{ésimo}$ UMS

15.8.1 Estimación en un muestreo de igual probabilidad

Supongamos que la industria pesquera de un cierto lugar de aguas continentales consta de N sitios de pesca, de los cuales se extrae una muestra aleatoria simple de n sitios pesqueros. De un sitio de pesca de muestra dado, que contiene M_i UEPs, se eligen al azar m_i de tales unidades, y se investiga el número (y) de pescadores. Sea y_{ij} el número de pescadores de la $j^{ésimo}$ unidad económica pesquera del $i^{ésimo}$ sitio de pesca. Como una estimación del total de la población se toma:

(91) $$\hat{Y} = \frac{N}{n}\sum_{i=1}^{n} M_i \bar{y}_i$$

Donde,

$$\bar{y}_i = \frac{1}{m_i}\sum_{j=1}^{m_i} y_{ij}$$

El estimador (91) anterior no tiene sesgo, es decir: $E(\hat{Y}) = Y$

La variancia del total estimado viene dada por:

(92) $$V(\hat{Y}) = \frac{N(N-n)}{n}\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}\left(Y_i - \frac{Y}{N}\right)^2 + \frac{N}{n}\sum_{i=1}^{N}\frac{M_i(M_i-m_i)}{m_i}S_i^2$$

Donde,

$$\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}\left(Y_i - \frac{Y}{N}\right)^2 = \frac{1}{N-1}\left(\sum_{i=1}^{N} Y_i^2 - \frac{Y^2}{N}\right)$$

Y,

$$S_i^2 = \frac{1}{M_i-1}\sum_{j=1}^{M_i}(y_{ij}-\bar{Y}_i)^2 = \frac{1}{M_i-1}\left(\sum_{j=1}^{M_i} y_{ij}^2 - \frac{Y_i^2}{M_i}\right)$$

Nótese que:

$$Y = \sum_{i=1}^{N} Y_i, \qquad Y_i = \sum_{j=1}^{M_i} y_{ij}$$

La variancia estimada de $\hat{Y}$ es:

(93) $$v(\hat{Y}) = \frac{N(N-n)}{n}\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(\hat{Y}_i - \frac{\sum_{i=1}^{n}\hat{Y}_i}{n}\right)^2 + \frac{N}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{M_i(M_i-m_i)}{m_i}s_i^2$$

Donde,

$$\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(\hat{Y}_i - \frac{\sum_{i=1}^{n}\hat{Y}_i}{n}\right)^2 = \frac{1}{n-1}\left(\sum_{i=1}^{n}\hat{Y}_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n}\hat{Y}_i\right)^2}{n}\right)$$

Y,

$$s_i^2 = \frac{1}{m_i-1}\left(\sum_{j=1}^{m_i}y_{ij}^2 - \frac{\left(\sum_{j=1}^{m_i}y_{ij}\right)^2}{m_i}\right)$$

Ejemplo 18

En un cierto lugar de aguas continentales existen ocho sitios de pesca. A fin de obtener una estimación del número de trampas para peces (y) que sean propiedad de los pescadores, se escogió una muestra (n = 3) aleatoria simple de sitios de pesca. Dentro de cada sitio de pesca seleccionado se tomó un cierto número de unidades económicas pesqueras ($m_i = m = 3$), obteniéndose información de las unidades seleccionadas acerca de las características de la encuesta. La tabla que sigue contiene los datos de muestra obtenidos. Calcular las magnitudes $\hat{Y}$ y $cv(\hat{Y})$.

- Número de trampas -

UEPs muestrales	Sitios de pesca de muestra			Observaciones
	1ro	2do	3ro	
1	13	5	12	s_1^2 = 12,3 trampas^2
2	9	7	8	s_2^2 = 6,3 trampas^2
3	6	10	13	s_3^2 = 7,0 trampas^2
TOTAL:	28	22	33	
	$M_1=6$ $m_1=3$	$M_2=9$ $m_2=3$	$M_3=7$ $m_3=3$	

Número total estimado de trampas:

$$\hat{Y} = \frac{N}{n}\sum_{i=1}^{n}\hat{Y}_i$$

Donde,

$$\hat{Y}_1 = 28x\frac{6}{3} = 56 \text{ trampas}$$

$$\hat{Y}_2 = 22x\frac{9}{3} = 66 \text{ trampas}$$

$$\hat{Y}_3 = 33x\frac{7}{3} = 77 \text{ trampas}$$

$$\sum_{i=1}^{3}\hat{Y}_i = 199 \text{ trampas}$$

Y,

$$\hat{Y} = \frac{8}{3} \times 199 = 531 \text{ trampas}$$

Variancia estimada de $\hat{Y}$:

$$v(\hat{Y}) = \frac{8x5}{3x2}x221+\frac{8}{3}\left(\{\frac{6x3}{3}x12,3\}+\{\frac{9x6}{3}x6,3\}+\{\frac{7x4}{3}x7,0\}\right) =$$

$$= 1473,3 + 673,3 = 2146,6 \text{ trampas}^2$$

$$(68,63\%)+(31,37\%) = (100\%)$$

$$cv(\hat{Y}) = \frac{\sqrt{2146,6}}{531}x100 = 8,73 \text{ por ciento}$$

15.8.2 Estimación en un muestreo de probabilidad desigual

En un proyecto de dos etapas, otro esquema de selección consiste en seleccionar n sitios de pesca (UMPs), con reposición, con probabilidades p_i. De cada unidad de muestreo primario, se toma una muestra aleatoria simple independiente, de m_i unidades económicas pesqueras. A este esquema se le denomina muestreo en dos etapas de probabilidad desigual(es).

Dentro de la UMP seleccionada, la estimación total de la característica de encuesta viene dada por:

(94) $$\hat{Y}_i = \frac{M_i}{m_i}\sum_{j=1}^{m_i} y_{ij}$$

En nuestro caso, una estimación insesgada del total de la población es:

(95) $$\hat{Y} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{Y_i}{p_i} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{p_i}\frac{M_i}{m_i}\sum_{j=1}^{m_i} y_{ij}$$

Si,

$$t_i = \frac{1}{p_i}\frac{M_i}{m_i}\sum_{j=1}^{m_i}$$

Luego el estimador anterior (95) puede escribirse:

$$\hat{Y} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i$$

La variancia estimada del total estimado es:

$$v(\hat{Y}) \quad \frac{1}{n(n-1)}\left(\sum_{i=1}^{n} t_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} t_i\right)^2}{n}\right)$$

Ejemplo 19

Para estimar el número de faenas de pesca (y) durante el período t_o en un cierto lugar de aguas continentales, se adoptó un esquema de muestreo de dos etapas. Se eligió una muestra de sitios de pesca con probabilidades desiguales (probabilidades proporcionales al número de embarcaciones de pesca existentes) y dentro de cada sitio de pesca de muestra se tomó una muestra aleatoria simple de unidades económicas pesqueras. La tabla que sigue contiene los datos de muestra obtenidos. Calcular las incógnitas $\hat{Y}$ y $cv(\hat{Y})$.

Sitio de pesca de muestra	p_i	$\frac{M_i}{m_i}$	$\sum_{j=1}^{m_i} y_{ij}$	$\hat{Y}_i$	$t_i = \frac{\hat{Y}_i}{p_i}$	t_i^2 (000)	Observaciones
1	$\frac{30}{1000}$	6	120	720	24000	576000	
2	$\frac{50}{1000}$	5	200	1000	20000	400000	
3	$\frac{10}{1000}$	2	110	220	22000	484000	
					66000 ($\sum_i t_i = t$)	1460000 ($\sum_i t_i^2$)	

Número total estimado de faen s de pesca durante el período t_o:

$$Y = \frac{1}{3}\sum_{i=1} t_i = \frac{66000}{3} = 22000 \text{ faenas de pesca}$$

Variancia estimada de $\hat{Y}$:

$$v(\hat{Y}) = \frac{1}{n(n-1)}\left(\sum_{i=1}^{n} t_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} t_i\right)^2}{n}\right)$$

$$= \frac{1}{6}(1460000000-1452000000)$$

$$= 1333333 \text{ faenas de pesca}^2$$

Coeficiente de variación de $\hat{Y}$ estimado:

$$cv(\hat{Y}) = \frac{\sqrt{1333333}}{22000} x100 = 5{,}25 \text{ por ciento}$$

15.8.2.1 Sistema autoponderante

En la práctica, la selección de UMS dentro de las UMP de la muestra se lleva a cabo empleando el método de muestreo sistemático. Además, se puede obtener considerable simplificación en el análisis de los datos cuando la muestra elegida es autoponderante. Esto se consigue ajustando el tamaño de la muestra global de UMSs de modo tal que la estimación pueda obtenerse multiplicando el valor de (y) en la muestra por un factor constante conocido, c. A título de ilustración, supongamos que la población consta de

$$M = \sum_{i=1}^{N} M_i$$

unidades de muestreo sec ndario y que se trata de seleccionar una muestra total de

$$m = \sum_{i=1}^{n} m_i \ .$$

En un sistema autoponderante el intervalo de muestreo $\frac{M_i}{m_i}$ dentro de una unidad de muestreo primario de muestra, viene dado por:

(96) $$\frac{M_i}{m_i} = cnp_i,$$

$$\frac{M_i}{m_i} = 50\ np_i$$

En tal caso, el estimador referente a $\hat{Y}$ se modifica como sigue:

(97)
$$= \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{p_i}\frac{M_i}{m_i}\sum_{j=1}^{m_i}y_{ij} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{1}{p_i}50np_i\right)\sum_{j=1}^{m_i}y_{ij}$$

$$= 50\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m_i}y_{ij} = 50y$$

15.8.3 Muestreo de dos etapas estratificado[1/]

La teoría expuesta en las secciones precedentes es aplicable cuando las unidades de muestreo primario se seleccionan de un estrato. Para obtener una estimación de la población total, así como la variancia, simplemente se suman las estimaciones independientes obtenidas dentro de los estratos establecidos. Así, en el caso de muestreo con probabilidades desiguales, el total de población estimado es:

$$\left.\sum_{\ell=1}\frac{1}{n_\ell}\sum_{i=1}^{n_i}\frac{1}{p_{\ell i}}\frac{M_{\ell i}}{m_{\ell i}}\sum_{j=1}^{m_{\ell i}}y_{\ell ij}\right| = \sum_{\ell=1}^{L}\hat{Y}_\ell$$

Donde el sufijo ℓ se refiere a los estratos (ℓ = 1, 2, ..., L).

Asimismo, la variancia, estimada, de $\hat{Y}$ es:

$$v(\hat{Y}) = \sum_{\ell=1}^{L}v(\hat{Y}_\ell)$$

Donde,

$$v(Y_\ell) = \frac{1}{n_\ell(n_\ell-1)}\left|\sum_{i=1}^{n_\ell}t_{\ell i}^2 - \frac{\left[\sum_{i=1}^{n_\ell}t_{\ell i}\right.}{}\right.$$

15.9 Muestreo de área

El primer requisito referente a una muestra de probabilidad de cualquier carácter es el establecimiento de la estructura de muestreo. Una estructura de muestreo es una colección de unidades de muestreo que pueden ser definidas e identificadas sin ambigüedad. Para ciertos tipos de muestras se utiliza como estructura de muestreo una lista, completa y exacta, de las unidades de encuesta abarcadas por la encuesta. Para otras muestras, semejante lista puede no existir o no puede conseguirse a precio reducido. Una estructura de muestreo de área es una estructura geográfica de unidades de área bien definidas, por las cuales cualquier elemento tiene una asociación con las unidades de área establecidas. En una muestra de área, las unidades de muestreo fundamentales (últimas), son las unidades de área, y las unidades de encuesta solamente pueden ser identificadas por reglas geográficas asociándolas con las unidades de área de muestra. El método de muestreo de área es una necesidad para las encuestas estadísticas de los lugares de aguas continentales que se caracterizan por un alto grado de movilidad periférica de las unidades económicas de pesca. Para la selección de las unidades de muestra pueden tomarse las siguientes medidas:

1. Actualización de las hojas topográficas, preferiblemente de escala 1:50000

2. Adecuada estratificación del área abarcada por la población que se investiga

1/ Véase también, Estudio del caso, Capítulo 17

3. Adecuada delineación de las unidades de área en los estratos establecidos

4. Agrupamiento de las unidades de área en estratos menores, sirviéndose de información auxiliar (v.g., datos de una encuesta aérea)

5. Selección de la muestra de unidades de área

6. Selección de unidades de encuesta dentro de las unidades de área de muestra

16. SUMATORIAS, TECNICAS DE ESPERANZA

16.1 Una sumatoria

La suma de n números enteros consecutivos puede escribirse:

1. $$S = 1 + 2 + 3 + \ldots + n$$

Si el sufijo $i = 1, 2, 3, \ldots, n$ resulta:

$$1 + 2 + 3 + \ldots + n = \sum_{i=1}^{i=n} i = \sum_{i}^{n} i$$

La expresión $\sum_{i=1}^{i=n} i$ se denomina "sumatoria", y se lee: Suma desde uno hasta n.

Ejercicios:

$$\sum_{0}^{1} i = 0 + 1 = 1$$

$$\sum_{1}^{2} i = 1 + 2 = 3$$

$$\sum_{1}^{3} i = 1 + 2 + 3 = 6$$

$$\sum_{1}^{4} i = 1 + 2 + 3 + 4 = 10$$

$$\sum_{1}^{5} i = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 = 15$$

$$\sum_{0}^{6} i = 0 + 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 = 21$$

$$\sum_{-1}^{0} i = (-1) + 0 = -1$$

$$\sum_{-1}^{1} i = (-1) + 0 + 1 = 0$$

$$\sum_{-2}^{1} i = (-2) + (-1) + 0 + 1 = -2$$

$$\sum_{-3}^{2} i = (-3) + (-2) + (-1) + 0 + 1 + 2 = -3$$

$$\sum_{4}^{8} i = 4 + 5 + 6 + 7 + 8 = 30$$

Demostrar:

$$\sum_{1}^{n} i = \sum_{n}^{1} i$$

Multiplicando cada término de (1) por c se tiene:

$$S' = c\times 1 + c\times 2 + c\times 3 + \ldots + c\times n$$

O bien,

$$c\times 1 + c\times 2 + c\times 3 + \ldots + c\times n = \sum_{i=1}^{i=n} ci = \sum_{1}^{n} ci$$

Ejercicios:

$$\sum_{1}^{3} 3i = 3\times1 + 3\times2 + 3\times3 = 18$$

$$\sum_{0}^{3} 3i = 3\times0 + 3\times1 + 3\times2 + 3\times3 = 18$$

$$\sum_{-1}^{1} 3i = 3\times(-1) + 3\times0 + 3\times1 = 0$$

$$\sum_{1}^{4} \frac{i}{2} = \frac{1}{2} + \frac{2}{2} + \frac{3}{2} + \frac{4}{2} = \frac{1 + 2 + 3 + 4}{2} = 5$$

$$\sum_{1}^{3} \frac{2i}{3} = \frac{2\times1}{3} + \frac{2\times2}{3} + \frac{2\times3}{3} = \frac{2 + 4 + 6}{3} = 4$$

$$\sum_{0}^{3} (-5)i = (-5)\times0 + (-5)\times1 + (-5)\times2 + (-5)\times3 = -30$$

$$\sum_{-2}^{3} (-4)i = (-4)\times(-2) + (-4)\times(-1) + (-4)\times0 + (-4)\times1 + (-4)\times2 + (-4\ )\times3 = -12$$

$$\sum_{1}^{4} (-2)^{i} = (-2)^{1} + (-2)^{2} + (-2)^{3} + (-2)^{4} = -2 + 4 - 8 + 16 = 10$$

Demostrar:

1. $\sum_{1}^{n} ci = c\sum_{1}^{n} i$

2. $\sum_{1}^{n} (i+c) = \sum_{1}^{n} i+nc$

3. $\sum_{1}^{n} (ci+b) = c\sum_{1}^{n} i+nb$

16.1.1 Dos sumatorias

Supongamos que el sufijo i toma los valores:

$$i = 1, 2, 3, \ldots, n$$

Y que el sufijo j toma los valores:

$$j = 1, 2, 3, \ldots, m$$

La doble sumatoria $\sum_{i=1}^{2} \sum_{j=3}^{6} (i+j)$ es:

$$\sum_{i=1}^{2} \sum_{j=3}^{6} (i+j) = (1+3) + (1+4) + (1+5) + (1+6)$$
$$+ (2+3) + (2+4) + (2+5) + (2+6) = 54$$

Generalizando, la doble sumatoria:

$$\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} (i+j) = \begin{array}{l} (1+1) + (1+2) + (1+3) + \ldots + (1+m) \\ (2+1) + (2+2) + (2+3) + \ldots + (2+m) \\ (3+1) + (3+2) + (3+3) + \ldots + (3+m) \\ \quad " \qquad\quad " \qquad\quad " \qquad\qquad\quad " \\ \quad " \qquad\quad " \qquad\quad " \qquad\qquad\quad " \\ (n+1) + (n+2) + (n+3) + \ldots + (n+m) \end{array}$$

Otra presentación de la doble sumatoria $\sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=m} (i+j)$ puede verse en la tabla siguiente:

j→ / i↓	j=1	j=2	j=3	...	j=m	Total marginal
i=1	1×1=1	1×2=2	1×3=3	...	1×m	$T._1$
i=2	2×1=2	2×2=4	2×3=6	...	2×m	$T._2$
i=3	3×1=3	3×2=6	3×3=9	...	3×m	$T._3$
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
i=n	n×1	n×2	n×3	...	n×m	$T._n$
Total marginal	$T_{1.}$	$T_{2.}$	$T_{3.}$	...	$T_{m.}$	Total general T

Demostrar:

1. $\sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=m} (i+j) = m \sum_{i=1}^{i=n} i + n \sum_{j=1}^{j=m} j$

2. $\sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=m} (ci+bj) = cm \sum_{i=1}^{i=n} i + bn \sum_{j=1}^{j=m} j$

La doble sumatoria $\sum_{i=1}^{i=2} \sum_{j=3}^{j=6} ij$ es:

$$\sum_{i=1}^{i=2} \sum_{j=3}^{j=6} ij = (1\times3) + (1\times4) + (1\times5) + (1\times6) + (2\times3)$$
$$+ (2\times4) + (2\times5) + (2\times6) = 54$$

Generalizando, la doble sumatoria:

$$\sum_{i=1}^{i=n}\sum_{j=1}^{j=m} ij = \begin{array}{l} (1\times1) + (1\times2) + (1\times3) + \ldots + (1\times m) \\ (2\times1) + (2\times2) + (2\times3) + \ldots + (2\times m) \\ (3\times1) + (3\times2) + (3\times3) + \ldots + (3\times m) \\ \quad " \qquad\quad " \qquad\quad " \qquad\qquad\quad " \\ (n\times1) + (n\times2) + (n\times3) + \ldots + (n\times m) \end{array}$$

Otra presentación de la doble sumatoria $\sum_{i=1}^{i=n}\sum_{j=1}^{j=m} ij$ puede verse en la tabla siguiente:

j→ / i↓	j=1	j=2	j=3	...	j=m	Total marginal
i=1	1×1=1	1×2=2	1×3=3	...	1×m	$T._1$
i=2	2×1=2	2×2=4	2×3=6	...	2×m	$T._2$
i=3	3×1=3	3×2=6	3×3=9	...	3×m	$T._3$
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
i=n	n×1	n×2	n×3	...	n×m	$T._n$
Total marginal	$T_1.$	$T_2.$	$T_3.$	...	$T_m.$	Total general T

Demostrar:

1. $\sum_{i=1}^{i=n}\sum_{j=1}^{j=m} ij = \sum_{i=1}^{i=n} i \sum_{j=1}^{j=m} j$

2. $\sum_{i=1}^{i=n}\sum_{j=1}^{j=m} (ci)(bj) = \left(c\sum_{i=1}^{i=n} i\right)\left(b\sum_{j=1}^{j=m} j\right)$

Ejercicios generales

Calcular las sumas siguientes:

1. $\sum_{1}^{3} i + \sum_{2}^{5} i$

2. $\sum_{1}^{3} i^2$

3. $\sum_{2}^{5} \frac{2i}{5}$

4. $\sum_{1}^{4} \frac{4i^2}{10}$

5. $\sum_{1}^{2}(3i^2+2i)$

6. $\sum_{1}^{3} i^{-1}$

7. $\sum_{2}^{4}(3+\frac{4}{i})$

8. $\sum_{i=1}^{i=2} \sum_{j=3}^{j=4} (i+j)$

9. $\sum_{i=1}^{i=2} \sum_{j=3}^{j=4} ij$

10. $\sum_{i=4}^{i=5} \sum_{j=1}^{j=2} (i-j)$

11. $\sum_{i=-2}^{i=2} \sum_{j=-1}^{j=1} (3i+4j)$

12. $\sum_{i=1}^{i=2} \sum_{j=1}^{j=2} \frac{i+j}{ij}$

13. $\sum_{i=3}^{i=4} \sum_{j=1}^{j=2} \frac{i-j}{i+j}$

14. $\sum_{i=0}^{i=2} \sum_{j=3}^{j=5} \frac{(2i+3j)}{(4i+5j)}$

16.2 Empleo de las sumatorias en estadística

16.2.1 Suma de los valores numéricos de variables

Suponiendo que los valores numéricos (valores reales) de una variable (x) sean:

$$x_1,\ x_2,\ x_3,\ x_4,\ x_5,\ x_6,\ x_7,\ x_8,\ x_9,\ x_{10},\ x_{11},\ x_{12}$$

Si (x) denota la captura total mensual de una unidad económica de pesca en el Lago Tanganyika, las capturas totales anuales de la unidad vienen dadas por:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12}$$

Sirviéndose del signo sumatorio, la suma anterior puede escribirse:

$$\sum_{i=1}^{i=12} x_i = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12}$$

Donde,

$$i = 1,\ 2,\ 3,\ \ldots,\ 12$$

(el sufijo i se refiere a los meses del año). Para mayor sencillez:

$$\sum_{i=1}^{i=12} x_i = \sum_{1}^{12} x_i$$

En general, la suma de n valores de x es:

$$\sum_{i=1}^{i=n} x_i = \sum_{1}^{n} x_i = x_1 + x_2 + x_3 + \ldots + x_n$$

Donde,

$$i = 1, 2, 3, \ldots, n$$

<u>Ejercicios</u>:

1. $\sum_{0}^{2} x_i = x_0 + x_1 + x_2$

2. $\sum_{2}^{5} x_i = x_2 + x_3 + x_4 + x_5$

3. $\sum_{-3}^{3} x_i = x_{-3} + x_{-2} + x_{-1} + x_0 + x_1 + x_2 + x_3$

<u>Demostrar</u>:

1. $\sum_{1}^{n} x_i = \sum_{n}^{1} x_i$

2. $\sum_{1}^{n} x_i = \sum_{1}^{h} x_i + \sum_{h+1}^{n} x_i$, $(h<n)$

3. $\sum_{1}^{n} cx_i = c\sum_{1}^{n} x_i$, (c = constante)

4. $\sum_{1}^{n} (c+x_i) = nc + \sum_{1}^{n} x_i$

5. $\sum_{1}^{n} (c+bx_i) = nc + b\sum_{1}^{n} x_i$

6. $\sum_{1}^{n} (x_i+y_i) = \sum_{1}^{n} x_i + \sum_{1}^{n} y_i$

7. $\sum_{1}^{n} (cx_i+by_i) = c\sum_{1}^{n} x_i + b\sum_{1}^{n} y_i$

8. $\sum_{1}^{n} (x_i+y_i+z_i) = \sum_{1}^{n} x_i + \sum_{1}^{n} y_i + \sum_{1}^{n} z_i$

9. $\sum_{1}^{n} (cx_i+by_i+az_i) = c\sum_{1}^{n} x_i + b\sum_{1}^{n} y_i + a\sum_{1}^{n} z_i$

10. $\sum_{1}^{n} x_i^2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + \ldots + x_n^2$

11. $\sum_{1}^{n} x_i^\mu = x_1^\mu + x_2^\mu + x_3^\mu + \ldots + x_n^\mu$

12. $\sum_{1}^{n} (x_i - y_j) = (x_1 - y_1) + (x_2 - y_2) + (x_3 - y_3) + \ldots + (x_n - y_n)$

13. $\sum_{1}^{n} x_i y_i = x_1 y_1 + x_2 y_2 + x_3 y_3 + \ldots + x_n y_n$

En ciertos problemas estadísticos, se emplean las sumatorias para expresar la suma de términos con dos sufijos: i, j:

(a) El sufijo i es una constante; el sufijo i es una variable

(i) Si i = 1 se tiene:

$$\sum_{j=1}^{m} x_{ij} = x_{11} + x_{12} + x_{13} + \ldots + x_{1m}$$

(ii) Si i = 2 se tiene:

$$\sum_{j=1}^{m} x_{2j} = x_{21} + x_{22} + x_{23} + \ldots + x_{2m}$$

(b) El sufijo j es una constante; el sufijo i es una variable

(i) Si j = 1 se tiene:

$$\sum_{i=1}^{n} x_{i1} = x_{11} + x_{21} + x_{31} + \ldots + x_{n1}$$

(ii) Si j = 2 se tiene:

$$\sum_{i=1}^{n} x_{i2} = x_{12} + x_{22} + x_{32} + \ldots + x_{n2}$$

(c) Los sufijos j é i son variables:

$$\begin{aligned}\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} x_{ij} = {} & x_{11} + x_{12} + x_{13} + \ldots + x_{1m} \\ & + x_{21} + x_{22} + x_{23} + \ldots + x_{2m} \\ & + x_{31} + x_{32} + x_{33} + \ldots + x_{3m} \\ & \quad " \quad " \quad " \quad " \quad " \\ & \quad " \quad " \quad " \quad " \quad " \\ & \quad " \quad " \quad " \quad " \quad " \\ & + x_{n1} + x_{n2} + x_{n3} + \ldots + x_{nm}\end{aligned}$$

Demostrar:

1. $$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} x_i x_j = \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)\left(\sum_{j=1}^{m} x_j\right)$$

2. $$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} x_i x_j = \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2$$

3. $$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}\sum_{k=1}^{l} x_i x_j x_k = \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)\left(\sum_{j=1}^{m} x_j\right)\left(\sum_{k=1}^{l} x_k\right)$$

4. $$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n} x_i x_j x_k = \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^3$$

16.3 Técnicas de esperanza

Se supone una variable aleatoria discontinua, x, con:

(1) $$P(x = x_i) = p_i$$

La esperanza de la variable aleatoria se define como:

$$E(x) = \sum_i p_i x_i$$

donde la suma se toma sobre todos los posibles valores que puede tomar la variable aleatoria. La esperanza de cualquier función de x, digamos f(x), se define como:

(2) $$Ef(x) = E\{f(x)\} = \sum_i p_i f(x_i)$$

Si x es una variable aleatoria característica que toma los valores 0 y 1, con probabilidades p y q, respectivamente, la función E(x) es igual a:

(3) $$E(x) = 1 \times p + 0 \times q = p$$

(4) $$E(x^k) = 1^k \times p + 1^k \times 0 = p$$

o sea que el valor que se espera de cualquier potencia de la variable aleatoria característica es igual al valor que se espera de la variable aleatoria.

Sea x una variable aleatoria que puede tomar los valores, $x_1, x_2, \ldots, x_i, x_n$, con probabilidades $p_1, p_2, \ldots, p_n$; sea y otra variable que puede tomar los valores $y_1, y_2, \ldots, y_m$. Los valores de x é y se excluyen mutuamente y son los únicos posibles. Además, sea P_{ij} la probabilidad conjunta de que x tome el valor x_i é y el valor y_j. El valor que se espera de la suma de las dos variables viene dado por:

(5) $$E(x+y) = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}(x_i+y_j)P_{ij}$$

$$= \sum_{i=1}^{n} x_i \sum_{j=1}^{m} P_{ij} + \sum_{j=1}^{m} y_j \sum_{i=1}^{n} P_{ij}$$

$$= \sum_{i=1}^{n} x_i P_i + \sum_{j=1}^{m} y_j P_j = E(x) + E(y)$$

En general, si se tiene un conjunto de variables aleatorias discontinuas:

(6) $$E\left(\sum_{i=1}^{k} x_i\right) = \sum_{i=1}^{k} E(x_i)$$

La igualdad (6) anterior implica que la esperanza de la suma de un cierto número de variables aleatorias es igual a la suma de sus esperanzas separadas. La ecuación (6) es válida para variables aleatorias tanto independientes como no independientes.

Para las mismas dos variables aleatorias el valor que se espera del producto de las variables viene dado por:

(7) $$E(xy) = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} (x_i y_j) P_{ij}$$

$$= \sum_{i=1}^{n} x_i P_i \sum_{j=1}^{m} y_j \; P\left[(y=y_j) \middle| (x=x_i)\right]$$

Si x ē y son independientes:

(8) $$E(xy) = \sum_{i=1}^{n} x_i P_i \sum_{j=1}^{m} x_j P_j = E(x)E(y)$$

En general, si se tiene un conjunto de variables k mutuamente independientes:

(9) $$E \prod_{i=1}^{k} x_i = \prod_{i=1}^{k} E(x_i)$$

La igualdad (9) anterior implica que la esperanza del producto de un número de variables mutuamente independientes es igual al producto de sus esperanzas.

16.3.1 Esperanza de algunas funciones estadísticas

Si la variancia de la muestra es s_x^2 y la variancia de la población es σ_x^2, demuēstrese que $E(s_x^2) = \sigma_x^2$:

$$E(s_x^2) = \frac{1}{n-1} E\left[\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2\right]$$

$$= \frac{1}{n-1} E\left[\sum_{i=1}^{n} (x_i - m + m - \bar{x})^2\right]$$

$$= \frac{1}{n-1} E\left[\sum_{i=1}^{n} \{(x_1 - m) - (\bar{x} - m)\}^2\right]$$

$$= \frac{1}{n-1} E\left[\sum_{i=1}^{n} (x_i - m)^2 + \sum_{i=1}^{n} (\bar{x} - m)^2 - 2(\bar{x} - m) \sum_{i=1}^{n} (x_i - m)\right]$$

$$= \frac{1}{n-1} E\left[\sum_{i=1}^{n} (x_i - m)^2 - n(\bar{x} - m)^2\right]$$

$$= \frac{1}{n-1} E\left[\sum_{i=1}^{n} E(x_i - m)^2 - nE(\bar{x} - m)^2\right]$$

$$= \frac{1}{n-1}(n\sigma_x^2 - n\sigma_{\bar{x}}^2), \qquad (\sigma_{\bar{x}}^2 = \frac{\sigma_x^2}{n})$$

$$= \frac{1}{n-1}(n\sigma_x^2 - \sigma_x^2)$$

$$= \sigma_x^2 \frac{n}{n-1}(1 - \frac{1}{n})$$

$$= \sigma_x^2 \frac{n}{n-1} \times \frac{n-1}{n} = \sigma_x^2$$

Demostrar que $V(ax) = a^2V(x)$:

$$V(ax) = V(x'), \qquad x' = ax \text{ and } a = \text{constante}$$

$$= E(x'^2) - \{E(x')\}^2$$

$$= E(ax)^2 - \{E(ax)\}^2$$

$$= a^2\left[E(x)^2 - \{E(x)\}^2\right]$$

$$= a^2V(x)$$

<u>Nota</u>: El operador V significa la variancia.

Demostrar que $V(ax + b) = a^2V(x)$:

$$V(ax+b) = V(x''), \qquad x'' = ax+b \text{ where } a, b = \text{constante}$$

$$= E(x'')^2 - \{E(x'')\}^2$$

$$= E(ax+b)^2 - \{E(ax+b)\}^2$$

$$= \left[a^2E(x^2) + 2abE(x) + b^2\right] - \left[a^2\{E(x)\}^2 + 2abE(x) + b^2\right]$$

$$= a^2\left[E(x^2) - \{E(x)\}^2\right]$$

$$= a^2V(x)$$

Demostrar que si $t = \frac{x-m}{\sigma_x}$, $V(t) = 1$:

$$V(t) = E(t^2) - \{E(t)\}^2$$

$$= E\left(\frac{x-m}{\sigma_x}\right)^2 - \left(E\{\frac{x-m}{\sigma_x}\}\right)^2$$

$$= \frac{1}{\sigma_x^2}\left[E(x^2) - 2mE(x) + m^2\right] - \frac{1}{\sigma_x^2}\left[\{E(x)\}^2 - 2mE(x) + m^2\right]$$

$$= \frac{1}{\sigma_x^2}\left[E(x2) - \{E(x)\}^2\right] = \frac{\sigma_x^2}{\sigma_x^2} = 1$$

Demostrar que $E(t) = 0$:

$$E(t) = E\left(\frac{x-m}{\sigma_x}\right)$$

$$= \frac{1}{\sigma_x}\{E(x) - m\} = \frac{0}{\sigma_x} = 0$$

Demostrar que si x é y son dos variables aleatorias independientes, $V(x+y) = V(x) + V(y)$:

$$V(x+y) = E(x+y)^2 - \{E(x+y)\}^2$$
$$= \left[E(x^2) + 2E(xy) + E(y^2)\right] - \left[\{E(x)\}^2 + 2E(x)E(y) + \{E(y)\}^2\right]$$
$$= \left[E(x^2) - \{E(x)\}^2\right] + \left[E(y^2) - \{E(y)\}^2\right]$$
$$= V(x) + V(y)$$

Para las mismas dos variables (x, y), demuéstrese que $V(x-y) = V(x) + V(y)$:

$$V(x-y) = \left[E(x-y)^2 - \{E(x-y)\}^2\right]$$
$$= \left[E(x^2) - 2E(xy) + E(y^2)\right] - \left[\{E(x)\}^2 - 2E(x)E(y) + \{E(y)\}^2\right]$$
$$= \left[E(x^2) - \{E(x)\}^2\right] + \left[E(y^2) - \{E(y)\}^2\right]$$
$$= V(x) + V(y)$$

Si x é y no son variables independientes, demuéstrese que $V(x+y) = V(x) + V(y) + 2\ \mathrm{Cov.}(x, y)$ (Cov. = covariancia):

$$V(x+y) = \left[E(x^2) + 2E(xy) + E(y^2)\right] - \left[\{E(x)\}^2 + 2E(x)E(y) + \{E(y)\}^2\right]$$
$$= \left[E(x^2) - \{E(x)\}^2\right] + \left[E(y^2) - \{E(y)\}^2\right] + 2\left[E(xy) - E(x)E(y)\right]$$
$$= V(x) + V(y) + 2\ \mathrm{Cov.}(x, y)$$

donde $\mathrm{Cov.}(x, y) = E(xy) - E(x)E(y) = E(x-m_x)(y-m_y)$

Demostrar que para las mismas dos variables, x é y, $V(x-y) = V(x) + V(y) - 2\ \mathrm{Cov.}(x, y)$.

Demostrar que ρ (coeficiente de correlación) viene dado por:

$$\rho_{xy} = \mathrm{Cov.}(t_1, t_2)$$

Donde,

$$t_1 = \frac{x-m_x}{\sigma_x}, \qquad t_2 = \frac{y-m_y}{\sigma_y}$$

Demostrar que $\mathrm{Cov.}(x, y) = \rho_{xy} \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y$

Demostrar que $\mathrm{Cov.}(\overline{x}, \overline{y}) = (\frac{1}{n} - \frac{1}{N})\ \mathrm{Cov.}(x, y)$

Donde $\overline{x}$, $\overline{y}$, son medias

APENDICE IIIa - TABLA DE NUMEROS ALEATORIOS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	70	43	69	38	81	87	42	12	20	41	15
26	99	82	78	99	05	22	99	52	32	80	91
72	53	95	81	07	98	14	74	52	58	73	10
82	08	08	68	37	16	36	62	20	02	35	98
21	61	90	53	85	72	86	94	87	8	50	11
47	38	55	66	50	96	96	78	34	45	52	78
96	68	13	07	31	29	70	09	16	66	81	09
45	92	93	44	87	72	26	75	82	31	72	69
78	85	71	45	32	16	57	91	52	05	93	20
51	99	50	88	62	54	90	51	01	39	8	70
67	62	30	02	88	17	37	25	42	86	00	32
03	08	89	77	12	41	15	25	52	30	93	11
45	10	04	66	94	70	33	74	97	23	40	97
62	48	46	97	04	36	31	27	29	84	85	35
59	59	33	63	53	43	60	30	15	81	67	59
72	63	67	17	24	55	68	32	24	80	13	92
46	28	15	70	28	98	53	36	03	89	83	74
21	03	09	16	31	48	05	10	98	62	14	15
84	82	53	39	92	14	07	84	04.	01	66	17
75	68	40	90	39	95	46	10	94	68	39	10
42	77	29	80	73	38	92	11	81	72	50	88
63	55	09	84	66	56	92	13	97	14	87	27
54	29	70	14	85	95	79	72	77	48	57	92
42	97	50	61	19	55	38	55	85	57	85	08
52	30	47	73	26	54	18	05	75	92	95	08
88	44	33	02	47	97	47	04	12	38	93	25
49	91	93	73	14	15	01	47	02	70	30	96
45	42	46	06	93	60	41	09	31	29	52	49
50	69	74	10	51	89	66	51	57	21	54	95
18	56	73	6	02	87	41	05	13	87	13	61

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
76	96	85	27	81	21	75	39	43	77	80	81
38	51	09	17	41	85	13	20	66	59	22	20
40	91	90	51	74	23	54	88	84	12	16	77
44	53	23	87	91	53	86	97	42	80	83	37
31	25	22	30	16	17	32	34	00	07	25	52
36	35	20	92	81	12	15	28	42	98	67	52
36	12	17	03	83	93	48	64	50	32	57	94
25	51	40	74	85	16	86	09	22	62	06	38
72	38	33	97	36	58	90	91	23	91	19	04
17	20	75	03	85	53	06	41	29	78	51	15
75	57	37	77	67	60	70	44	56	91	03	49
12	47	35	37	15	17	96	24	95	08	39	55
73	67	55	64	16	38	58	74	29	71	49	62
16	02	29	14	16	78	44	49	34	05	46	96
48	98	13	29	19	71	98	71	19	51	86	82
73	65	42	09	39	92	56	68	36	54	55	46
22	96	06	41	55	75	08	62	55	19	15	75
57	26	11	28	98	16	85	39	67	49	02	30
47	76	60	92	22	79	70	66	78	13	97	42
31	80	30	86	08	54	39	88	38	46	74	21
91	55	48	36	26	40	17	70	39	94	05	76
83	70	10	91	20	64	12	33	5	59	43	38
28	35	53	14	30	57	07	34	09	56	26	81
86	91	62	94	83	96	96	17	02	10	89	71
24	86	86	52	67	59	63	22	28	76	43	45
43	73	70	73	19	41	04	60	25	42	09	50
52	69	34	0	65	33	19	62	22	41	29	65
01	15	92	69	53	78	68	58	74	08	05	11
94	46	83	72	49	19	98	09	56	83	25	40
44	42	06	32	95	17	32	67	80	84	09	69
81	58	85	33	16	11	87	12	17	39	12	11
60	25	84	42	22	94	38	96	52	03	38	97
53	12	75	59	76	42	73	48	95	57	51	31
02	68	0	17	09	00	38	12	31	52	22	24
09	68	53	92	82	11	96	03	47	31	35	59

17. ANALISIS DE UN CASO: DISEÑO DE MUESTREO DE LA ENCUESTA DE EVALUACION DE CAPTURAS (EEC) EN EL LAGO TANGANYIKA (TANZANIA)1/

17.1 Finalidad de la encuesta

La encuesta de evaluación de capturas en el Lago Tanganyika (Tanzania) es una encuesta muestral de probabilidad, realizada a base de un mes lunar por el proyecto de pesquería del Lago Tanganyika (Tanzania). El objetivo primario de la encuesta es obtener estimaciones actuales fiables, de carácter regional, y para la parte Tanzaniana del Lago Tanganyika de la cantidad total de pescado conseguido por los pescadores en el lago (expresada como peso en vivo, en toneladas métricas). Los objetivos secundarios incluyen la composición en especies de las capturas, y el esfuerzo de pesca implicado en la obtención de la captura, a partir de lo cual puede deducirse la "captura por esfuerzo unitario". Este tipo de información puede emplearse, entre otras cosas, para determinar las prácticas de gerencia que podrían necesitarse en el futuro, y proporciona una línea de base sobre la cual estas prácticas pueden racionalmente evaluarse.

17.2 El método de muestreo de la encuesta

El método de muestreo usado para la encuesta de evaluación de capturas (EEC), puede describirse como "muestreo en espacio y en tiempo". Respecto al espacio, se empleó el método de muestreo de área con arreglo al criterio polietápico estratificado, con probabilidades desiguales (pps). Por lo que al tiempo se refiere, se empleó el método de muestra aleatoria estratificada.

17.3 Muestreo en espacio

Como características de control de estratificación, para la estratificación del Lago Tanganyika (Tanzania), se utilizaron la información limnológica y datos concernientes a la distribución de área de la industria pesquera. Concretamente, el lago se dividió, primeramente, en siete áreas - que aquí denominamos "estratos". A fin de obtener plena ventaja de posibles ganancias de la estratificación de área el proyecto de muestra adoptado hube de ser objeto de nueva estratificación de la población investigada. Concretamente, cada estrato fue dividio en cierto número de zonas de área - que aquí llamamos estratos menores, tomando en consideración el grado de localización de la industria pesquera.

17.3.1 Unidades de muestreo

Un procedimiento de muestreo presupone dividir la población investigada en un número finito de unidades, distintas o identificables, denominadas "unidades de muestreo". Concretamente, las unidades más pequeñas en que puede dividirse una población se llaman elementos de la población (unidades de encuesta), y los grupos de elementos se designan por "conglomerados". En nuestro caso la unidad económica pesquera (UEP) se tomó como unidad de encuesta, o unidad de notificación, y el sitio de pesca como una unidad de conglomerado o unidad de muestreo primario (UMP). Una UEP es una unidad integral compuesta de embarcación pesquera, aparejos y pescador(es) aptos para realizar las faenas de pesca.

1/ Informe preparado por G.P. Bazigos, para el Proyecto de Investigación de Pesquerías del Lago Tanganyika, FI:DP/URT/71/012/1, Diciembre de 1973, Roma, Italia

17.3.2 La muestra de unidades de muestreo primario (UMPs)

Para fines de muestreo, dentro de cada estrato menor establecido se han seleccionado algunos sitios de pesca. Concretamente, el proyecto de muestreo demanda la selección de dos UMPs dentro de cada estrato menor, con probabilidades proporcionadas al número de embarcaciones pesqueras (método de sub-muestreo interpenetrante, con probabilidades desiguales). Por lo que toca a la encuesta, la muestra seleccionada de UMP se mantuvo fija en el tiempo. En la tabla que sigue (Tabla 17.3.2.1) se indica la muestra de UMPs seleccionada.

Tabla 17.3.2.1 Muestra seleccionada de UEPs

Estrato 1 : Sitios de pesca/EEC seleccionados

Número de clave	Nombre	Emplazamiento (véase mapa)
111	Makombe	
112	Ngonya	
	Mtambala (R)	(Reservado)
121	Makasa	
122	Kitwe	
	Bugamba (R)	(Reservado)
131	Ngeru	
132	Kalalangobo	
	Kogongo (R)	(Reservado)
141	Katonga	
142	Kasaba	
	Kampande (R)	(Reservado)
151	Mwakizega	
152	Kasigo	
	Mchangani (R)	(Reservado)

Tamaños:		
	M-Estr.11	690 b
	M-Estr.12	599 b
	M-Estr.13	584 b
	M-Estr.14	439 b
	M-Estr.15	493 b
	TOTAL:	2805 b

Estrato 2 : Sitios de pesca/EEC seleccionados

Número de clave	Nombre	Emplazamiento (véase mapa)
211 212	Kite Kirando Lugufa (R)	(Reservado)
221 222	Ngangasima Kangweno-II Mkuyu (R)	(Reservado)
231 232	Helembe Mgondozi Camp-II Kashe (R)	(Reservado)

Tamaños:	M-Estr.21	629 b
	M-Estr.22	587 b
	M-Estr.23	721 b
	TOTAL:	1937 b

Estrato 3 : Sitios de pesca/EEC seleccionados

Número de clave	Nombre	Emplazamiento (véase mapa)
311 312	Makola Lufubu Kalya (R)	(Reservado)

Tamaño: M-Estr.31 258 b

Estrato 4 : Sitios de pesca/EEC seleccionados

Número de clave	Nombre	Emplazamiento (véase mapa)
411 412	Ikola Karema Kasanga (R)	(Reservado)

Tamaño: M-Estr.41 140 b

Estrato 5 : Sitios de pesca/EEC seleccionados

Número de clave	Nombre	Emplazamiento (véase mapa)
511	Mkombe-I	
512	Kambwe-I	
	Katoba (R)	(Reservado)
521	Shashete-I	
522	Chongo	
	Katete (R)	(Reservado)
531	Kipili	
532	Uwile (ISL)	
	Mtakuja (R)	(Reservado)

Tamaños:	M-Estr.51	252 b
	M-Estr.52	360 b
	M-Estr.53	393 b
	TOTAL:	1005 b

Estrato 6 : Sitios de pesca/EEC seleccionados

Número de clave	Nombre	Emplazamiento (véase mapa)
611	Katale	
612	Chombo	
	Kisambala-I (R)	(Reservado)
621	Msamba	
622	Wampembe	
	Kizumbi (R)	(Reservado)

Tamaños:	M-Estr.61	227 b
	M-Estr.62	349 b
	TOTAL:	576 b

Estrato 7 : Sitios de pesca/EEC seleccionados

Número de clave	Nombre	Emplazamiento (véase mapa)
711	Chowe	
712	Kilambo	
	Tundu (R)	(Reservado)
721	Kipanga	
722	Kasanga	
	Musi (R)	(Reservado)

Tamaños:	M-Estr.71	308 b
	M-Estr.72	367 b
	TOTAL:	675 b

Tamaño estimado de la industria pesquera, por estratos menores
(Encuesta Estructural - Junio/Julio 1973, datos-mapa)

Estrato	Estrato menor	Número de barcas de pesca	Observaciones
TOTAL:		7396	
Estr.1		2805	
	1.1	690	
	1.2	599	
	1.3	584	
	1.4	439	
	1.5	493	
Estr.2		1937	
	2.1	629	
	2.2	587	
	2.3	721	
Estr.3		258	
	3.1	258	
Estr.4		140	
	4.1	140	
Estr.5		1005	
	5.1	252	
	5.2	360	
	5.3	393	
Estr.6		576	
	6.1	227	
	6.2	349	
Estr.7		675	
	7.1	308	
	7.2	367	

17.3.3 La muestra de unidades económicas pesqueras (UEPs)

Desde el punto de vista estadístico, un sitio de pesca (UMP) puede considerarse como una unidad de área compuesta que consta de dos partes: el área residencial (viviendas) del lugar, donde están emplazadas las oficinas centrales de las UEPs, y la playa del sitio de pesca donde están las UEPs productores. De conformidad con el "método de encuesta" establecido para la encuesta, dentro de cada UMP seleccionada se compila información empleando el enfoque de censo, sobre las características estáticas de las UEP, a saber, elementos de información sobre los componentes de tales unidades, mientras que los elementos de información sobre las características dinámicas de las UEPs, v.g., datos "input" y "output" de las operaciones de pesca de las unidades, se obtienen empleando el enfoque de muestreo. Para la selección de las muestras de UEPs dentro de los sitios de pesca de muestra, se emplea el método de muestreo sistemático con un punto de arranque fortuito.

17.4 Muestreo en tiempo

Uno de los propósitos de la encuesta de evaluación de capturas (EEC), es proporcionar estimaciones fiables de las tendencias que describen el patrón estacional de rendimiento (producción) del lago. Tomando en consideración el tipo de pesquería del lago, se decidió que el "período de referencia" de las características de encuesta de la EEC sería el mes lunar (lunación, período típico).

Dentro de cada período típico, las UMPs seleccionadas (muestra fija), se asignan al azar, en períodos de encuesta (un período de encuesta comprende cuatro días); los datos de muestra obtenidos de la encuesta dentro de un período típico se emplean para obtener estimaciones a base del mes lunar. Las estimaciones anuales se calculan sumando las estimaciones mensuales.

17.5 El período de encuesta de la encuesta de evaluación de capturas (EEC)

Para la EEC, la duración del período de encuesta se determinó tomando en consideración el error de muestreo atribuído a la variación, de un día a otro, de las características investigadas. Se decidió que el período óptimo de encuesta de la EEC era de cuatro días consecutivos. Concretamente, el primer día se emplea para establecer la estructura de muestreo de las UEPs existentes dentro de los sitios pesqueros de muestra. Los elementos de información de las características de encuesta se compilan en cada uno de los tres días restantes.

17.6 Operaciones de encuesta

La descripción de las operaciones de encuesta proporciona una indicación de la vinculación entre el proyecto de muestra y encuesta, y la real compilación y efectivo proceso de la información recogida. En esta sección se da un sumario del trabajo de campo de la encuesta y del proceso de la información.

17.6.1 Personal de campo

En Kigoma se llevó a cabo un curso intensivo de adiestramiento para personal registrador de campo, curso que duró más de dos semanas. A él asistieron también los funcionarios regionales. Mediante una serie de ejercicios, debates sobre problemas metodológicos y análisis críticos de los resultados de la mini-encuesta piloto realizada, se efectuó una evaluación objetiva de los cursillistas.

Por lo que se refiere a operaciones de campo de la EEC, se crearon siete grupos de trabajo. Cada grupo de trabajo constaba de un registrador estadístico y de un ayudante. A cada estrato fue asignado un grupo.

Para el transporte del personal de campo entre los sitios de pesca elegidos se utilizarán dos embarcaciones: Una estacionada en Kigoma (embarcación de proyecto), y la otra en el estrato 5 de la encuesta.

17.6.2 Operaciones de campo - control

La mejor garantía de la exactitud del trabajo de campo es que los registradores estadísticos estén bien instruídos, y sean capaces, concienzudos y listos. No obstante, es importante - incluso con buenos funcionarios - mantener una estrecha vigilancia sobre el avance de la labor.

En la encuesta de evaluación de capturas, los principales aspectos de la supervisión de campo en lo referente a control, pueden describirse como sigue:

1. Preparación de textos, en el campo: La finalidad primaria de este trabajo editorial de campo, realizado por los supervisores de la encuesta, es detectar omisiones, incoherencias, entradas ilegibles y errores, antes de que los notas sean enviadas a la oficina principal de Kigoma, y aún pueden corregirse

2. Los supervisores deberán también verificar la calidad del trabajo que realicen los registradores (entrevistadores). Dentro de un mes lunar es preciso que cada supervisor observe el trabajo de los registradores que actúen en el área de supervisión que está bajo su responsabilidad. Durante ese período el supervisor acompaña a un registrador, observando la forma en que éste "vende su mercancía" - es decir, la habilidad que despliega para conseguir su objetivo - la forma en que comprueba la cobertura de las unidades de la encuesta, cómo elige las muestras de las UEPs, si formula las preguntas debidamente, si realiza las mediciones propiamente y, en general, cómo se porta en el desempeño de su cometido.

3. Cada mes, el supervisor emitirá un informe a cada registrador haciendo constar los errores que haya podido detectar en el transcurso de la revisión de su labor en la oficina. Según sea necesario, el informe especificará las medidas especiales que debería tomar el registrador para evitar en lo futuro caer en los mismos errores.

17.6.3 Documentos básicos

Para compilar la información en los sitios de pesca seleccionados, se utilizan cuatro formularios o impresos, a saber, formularios Bo, B1, A1, A2. Concretamente, la finalidad del formulario Bo es establecer la estructura de muestreo de las UEPs existentes en los sitios pesqueros de muestra, y compilar elementos de información acerca de los componentes de las UEPs existentes, de conformidad con el procedimiento de pesca empleado.

El formulario B1 se usa para seleccionar las muestras de UEPs activas en los sitios de pesca de muestra. Concretamente, se selecciona una muestra de UEPs en cada día de encuesta, dentro de los procedimientos de pesca establecidos.

El formulario A1 se usa para compilar elementos de información sobre el esfuerzo de pesca y la captura efectuada, a partir de puntos de desembarque seleccionados, sirviéndose de Lusenga, redes levadizas o redes de cerco de playa (jábegas o boliches) para dagaa, como método pesquero.

El formulario A2 se usa para compilar elementos de información acerca del esfuerzo de pesca y las capturas logradas, a partir de los puntos de desembarque seleccionados, sirviéndose de redes de enmalle, jábegas o boliches apropiados y edalles, como métodos de pesca. En el Apéndice IIIb pueden verse los formularios en cuestión utilizados en las encuestas EEC.

17.6.4 Operaciones de proceso (tratamiento) de datos

El proceso del material y la sumamente especializada tarea de su análisis, comienza poco después de que finalicen los trabajos de campo de la encuesta (tomado como base el mes lunar). Para que los cuestionarios pueden considerarse en condiciones de tabulación, deberán ser verificados, una vez más, por los supervisores a fin de cerciorarse de que están completos y cumplen las condiciones de exactitud y conformidad. Al propio tiempo, los supervisores deberán verificar la calidad del cifrado (codificación).

Se ha decidido que la tabulación se llevará a cabo en dos etapas. En la primera etapa el proceso se lleva a cabo manualmente. Para la presentación final dentro de un mes, se construye cierto número de tablas básicas, proporcionando estimaciones respecto a las características más importantes de la encuesta.

En la segunda etapa se utiliza tabulación mecánica. El esquema de empleo de los calculadores electrónicos (ordenadores) será tratado en otro informe.

En el Apéndice IIIc pueden verse las hojas de trabajo (balance sinóptico), que han de usarse para el proceso (tratamiento) manual de los resultados de la encuesta EEC. Asimismo en el Apéndice IIIc se dan instrucciones para completar o llenar las hojas de trabajo citadas.

APENDICE IIIb - FORMULARIOS UTILIZADOS PARA LA ENCUESTA DE EVALUACION DE CAPTURAS (EEC)

PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO DE LAS PESQUERIAS DEL LAGO TANGANYIKA (TANZANIA)

Formulario: Bo(1.0)

ENCUESTA DE EVALUACION DE CAPTURAS (EEC)

Pagina: _____

LISTA DE UNIDADES ECONOMICAS PESQUERAS EXISTENTES

Nombre del registrador: _____

Fecha de la encuesta: [ ][ ][ ]

Sitio de pesca de muestra: Núm.de clave: [ ] Nombre: _____

UEPs	Método de pesca		Embarcación pesquera		Tripulación					Observaciones
	Prim.	Otro	Tipo	Núm.de registro	Total	Propietario	Patrón	Ayudantes	Otros (especif.)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)

1	2	3	4	5	6	7

Formulario: B1(1.1)

PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO DE LAS PESQUERIAS DEL LAGO TANGANYIKA (TANZANIA)

ENCUESTA DE EVALUACION DE CAPTURAS (EEC)

SELECCION DE UEPs

Nombre del registrador: _____

Fecha de desembarque: [ ][ ][ ]

Sitio de pesca de muestra: Núm.de clave: [ ] Nombre: _____

Número de pesca primario: Núm.de clave	Lusenga (1)		Enmalle (2)		(3)		(4)		(5)		Sedales de mano (6)		Observaciones
1.Núm. de UEPs existentes													
2.Núm. de UEPs inactivas													
3.Núm. de UEPs activas (1-2)													
	Núm. serial		Núm. serial		Núm. serial		Núm. serial		Núm. serial		Núm. serial		
	Pobl. (1)	Muest. (2)	Pobl. (1)	Muest. (2)	Pobl. (1)	Muest. (2)	Pobl. (1)	Muest. (2)	Pobl. (1)	Muest. (2)	Pobl. (1)	Muest. (2)	

PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO DE LAS PESQUERIAS DEL LAGO TANGANYIKA (TANZANIA)

Formulario: A1(1.2)

ENCUESTA DE EVALUACION DE CAPTURAS (EEC)

REGISTRADOS DE CAPTURAS

(Lusenga, Dagaa de Ribera, Salobardos: 1,3,5)

Nombre del registrador: _____

UEP seleccionada: [ ][ ][ ]

Fecha de desembarque: [ ][ ][ ]

Nombre del sitio de pesca: _____

1. Particularidades de la unidad pesquera	(PREGUNTAR) - Completar la tabla siguiente											Observaciones
	A. Embarcación pesquera			B. Tripulación				C. Equipo				
								Redes		Otros		
	Núm.de registro	Tipo	Total	Prop.	Patrón	Ayud.	Otros (esp.)	Clase	Núm.	Clase	Núm.	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)

2. Faena de pesca	(PREGUNTAR) -
	1. Hora: (a) Iniciada : (b) Completada :
	2. Número de redadas:
	3. Recogió su embarcación capturas de otra(s) lancha(s) Sí [ ] 1 No [ ] 2

Especies	3. Pescado capturado						4. Pescado vendido			Observaciones
	Peso (kg)	Cajas		Cestas		Núm.de peces	Cantidad		Shs/ unidad	
		Tamaño	Núm.	Tamaño	Núm.		Unidad de medida	Núm.de unidades		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
01:0 Dagaa										
02.0 Mikebuka (Luciolates)										
03.0 Lates										
99.9 Otros peces										

Tamaños de cajas/o cestas: 1 = tamaño pequeño
2 = tamaño mediano
3 = Tamaño grande

PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO DE LAS PESQUERIAS DEL LAGO TANGANYIKA (TANZANIA)

Formulario: A2(1.3)

ENCUESTA DE EVALUACION DE CAPTURAS (EEC)

REGISTRADOS DE CAPTURAS
- Otros métodos de pesca -

Nombre del registrador: _____

UEP seleccionada: Núm. de clave [ ][ ][ ]

Fecha de desembarque: [ ][ ][ ]

Nombre del sitio de pesca: _____

1. Particularidades de la unidad pesquera	(PREGUNTAR) - Completar la tabla siguiente							Observaciones
	A. Embarcación pesquera		B. Tripulación					
	Núm.de registro	Clase	Total	Propietario	Patrón	Ayudantes	Otros (especif.)	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)

2. Faena de pesca	(PREGUNTAR) -
	1. Hora: (a) Iniciada : (b) Completada :
	2. Número de redadas (para pesca de playa) :
	3. Recogió su embarcación capturas de otra(s) lancha(s)? Sí ☐ 1 No ☐ 2

3. Número de artes de pesca utilizados	2. Red de enmalle		Pesca de playa		6. Sedales de mano	7. Otros (especif.)	Observaciones
	a)	Tamaño de malla	Tamaño de malla	Núm.	HL Núm. HO Núm.		
	b)	Número de redes					

4. Pescado capturado								5. Pescado vendido			Observaciones
Especies		Peso en kg	Cajas		Cestas		Núm. de peces	Cantidad		Shs/ unidad	
Núm.de clave	Nombre		Tamaño	Núm.	Tamaño	Núm.		Unidad de medida	Núm.de unidades		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)

Tamaños de cajas/o cestas: 1 = tamaño pequeño
2 = tamaño mediano
3 = tamaño grande

PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO DE LAS PESQUERIAS DEL LAGO TANGANYIKA (TANZANIA)

Formulario: R.T.T.

ENCUESTA DE EVALUACION DE CAPTURAS (EEC)

ITINERARIO-HORARIO DEL REGISTRADOR

Nombre del registrador: _____

UNIDAD DE AREA
Núm.de clave: [ ]

Período de encuesta: _____

Salida		Puntos del itinerario				Llegada		Observaciones
		Desde		Hasta				
Fecha	Hora	Nombre	Núm.de clave	Nombre	Núm.de clave	Fecha	Hora	

APENDICE IIIc - HOJAS DE TRABAJO 01 Y 02 (WS:01, WS:02) E INSTRUCCIONES PARA COMPLETARLAS

PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO DE LAS PESQUERIAS DEL LAGO TANGANYIKA (TANZANIA)

ENCUESTA DE EVALUACION DE CAPTURAS (EEC)

a. Ronda:

b. Estrato menor:

HOJA DE TRABAJO 01 (WS:01)
(UEPs existentes, junto con sus componentes)

Sitios pesca/ Métodos pesca seleccionados (1)	Factor $\frac{1}{P_i}$ (2)	T_i D_i (3)	Núm.de UEPs exist. (4)	Componentes de las UEPs existentes (5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14))	(15)
1		T_1 D_1												
2		T_2 D_2												
3		$\hat{D}$												
1		T_1 D_1												
2		T_2 D_2												
3		$\hat{D}$												
1		T_1 D_1												
2		T_2 D_2												
3		$\hat{D}$												

PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO
DE LAS PESQUERIAS DEL LAGO TANGANYIKA
(TANZANIA)

ENCUESTA DE EVALUACION DE CAPTURAS (EEC)

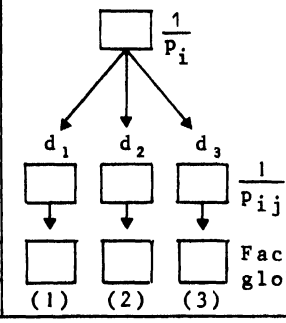
a. Método de pesca:

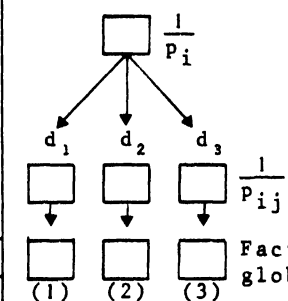
b. Característica(s):

c. Unidad(es) de medida:

HOJA DE TRABAJO 02 (WS:02)
(Esfuerzo de pesca, Captura de pesca)

Sitios pesca/ métodos pesca seleccionados	Pescadores seleccionados	Día muestral d_1		Día muestral d_2		Día muestral d_3		$d = d_1+d_2+d_3$		Factores multiplicadores
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
	01									
	02									
	03									
	04									
	05									
	06									
	07									
	08									
	09									
	10									
	T_1									
	T_2									
	01									
	02									
	03									
	04									
	05									
	06									
	07									
	08									
	09									
	10									
	T_1									
	T_2									





f: → $\frac{D_1+D_2}{2} = \hat{D}$

g: → $\hat{T} = c \times \hat{D}$

c = Factor multiplicador de tiempo

Nota:

$T_{1,2}$ = Total muestral de una variante dada (a base de día de muestra)

$D_{1,2}$ = $T_{1,2}$ × Factor multiplicador global (a base de día de muestra)

PROCESO

INSTRUCCIONES PARA LLENAR LA HOJA WS:01

1. Finalidad de la Hoja WS:01	La hoja de trabajo 01 se emplea para calcular estimaciones (totales) de las unidades económicas existentes y de sus componentes, dentro de los estratos menores establecidos y ateniéndose al método de pesca utilizado. Las estimaciones se calculan a base del mes lunar. Las estimaciones anuales se obtienen sumando las estimaciones mensuales.
2. Formato de la hoja WS:01	La hoja de trabajo 01 consta de dos partes: el encabezamiento y el cuerpo de la hoja.
3. El encabezamiento de la hoja WS:01	Insertar: (a) El número indicador de la ronda de la encuesta: R:01 significa primer mes lunar; R:02, segundo mes lunar,etc. (b) El número de clave (dos cifras) del estrato menor de que se trata, v.g., 11 ó 31, etc.
4. El cuerpo de la hoja WS:01	Dentro de cada estrato menor se han seleccionado dos sitios de pesca. Además, para cada sitio pesquero de muestra, se ha completado el formulario Bo. En el formulario se recogen elementos de información sobre el número de UEPs existentes, el método, o métodos, de pesca empleados por las unidades y sus componentes.
4a. Registro de los elementos de información	El cuerpo de la hoja se divide en tres secciones (cada sección consta de tres partes, 1, 2, 3). Una sección se emplea para calcular estimaciones de las características de encuesta, a base del método pesquero (método pesquero primario), dentro de un estrato menor dado. Los datos de entrada de la hoja figuran en el formulario Bo completado. En cada sección del cuerpo de la hoja 01 los elementos de información se registran a base de sitios pesqueros de muestra. Concretamente, la línea $1.T_1$ se utiliza para registrar el <u>valor total</u> de una característica dada en el primer sitio pesquero seleccionado y de acuerdo con el método de pesca dado, v.g., en la columna:4, se debe insertar el número total de UEPs qu utilizan el Lusenga como procedimiento principal de pesca. La línea $2.T_2$ se emplea para registrar el valor total de la misma característica dada en el segundo sitio de pesca seleccionado y ateniéndose al mismo procedimiento de pesca dado. En las líneas $1.D_1$ y $2.D_2$ los totales de muestras se infieren los totales de estrato menor. Concretamente, para obtener los valores en la línea $1.D_1$ habrá que multiplicar los valores registrados en $1.T_1$ por el factor respectivo (Columna:2). Asimismo, para obtener los valores en la línea $2.D_2$ habrá que multiplicar los valores registrados en $2.T_2$ por el factor respectivo (Columna:2). El valor estimado de cada característica de encuesta se obtiene en la línea 3D: $$3\hat{D} = \frac{1}{2}\,(1.D_1 + 2.D_2)$$

4b. El factor multiplicador, RF	En una parte determinada de la sección, dicho factor se calcula mediante la fórmula: $RF = \frac{\text{Número total de UEPs existentes en el estrato menor}}{\text{Número total de UEPs existentes en el sitio de pesca seleccionado}}$ Obsérvese que los datos sobre el número total de UEPs existentes (embarcaciones pesqueras), referido a un estrato menor, figuran en la sección 3.2 del informe. La Columna:4 de la hoja se usa para calcular estimaciones del número total de UEPs existentes por procedimiento de pesca empleado. Las columnas 5-15 se usan para calcular estimaciones de los diversos componentes de las UEPs. Para cada característica debería usarse una columna. En los encabezamientos de las columnas insértense los nombres de las características de encuesta.

PROCESO

INSTRUCCIONES PARA LLENAR LA HOJA WS:02

1. Finalidad de la hoja WS:02	La hoja de trabajo 02 se emplea para calcular estimaciones (totales) de las características dinámicas de la EEC, a saber, esfuerzo de pesca, capturas, etc. dentro de los estratos menores establecidos y ateniéndose al procedimiento de pesca utilizado. Las estimaciones se calculan a base del mes lunar. Las estimaciones anuales se obtienen sumando las estimaciones mensuales.
2. Formato de la hoja WS:02	La hoja de trabajo 02 consta de dos partes: el encabezamiento y el cuerpo de la hoja.
3. El encabezamiento de la hoja WS:02	Insertar: (a) El número indicador de la ronda de encuesta: R:01 significa primer mes lunar; R:02, segundo mes lunar,etc. (b) El número de clave del estrato menor en que se inician los cálculos (c) El número del procedimiento de pesca y su número de clave, v.g. Lusenga, 1 (d) El nombre de la(s) característica(s) que se investiga(n) (e) Unidad(es) de medida de la(s) característica(s) de la encuesta
4. El cuerpo de la hoja WS:02	Dentro de cada estrato menor se han seleccionado dos sitios de pesca. Además, en cada sitio pesquero de muestreo, y de acuerdo con los procedimientos de pesca utilizados, se han compilado elementos de información tomados de las UEPs de muestra para tres días consecutivos (cuestionarios completados, formulario A1 ó A2). El cuerpo de la hoja 02 se usa para recibir los elementos de información provenientes de los formularios completados, A1 y A2, y referirlos a los totales de estrato menor.
4a. Registro de los elementos de información	El cuerpo de la hoja 02 se divide en dos secciones idénticas en su estructura. La primera sección se usa para recibir los elementos de información del sitio de pesca primeramente seleccionado, y la otra sección para recibir los datos provenientes del segundo sitio de pesca seleccionado. Dentro de cada sección hay una línea asignada al registro de datos por UEP seleccionada. (Formularios completados A1 ó A2.) Como se sabe, dentro de cada día de muestra (hay tres días de muestra dentro de cada mes lunar/sitio pesquero), se ha seleccionado una muestra de UEPs independiente. Por lo tanto, dentro de cada sección del cuerpo de la hoja 02, los elementos de información deberán registrarse a base de un día de muestra.

	Las columnas del cuerpo de la hoja 02: Las columnas 1,2, sirven para la inserción de los números de clave de la muestra de las UEPs seleccionadas (véanse formularios A1 y A2). Concretamente, en la casilla grande insértese el número de clave del sitio de pesca elegido; en la casilla pequeña insértese el número de clave del procedimiento de pesca. En la columna:3 se inscriben los números de serie de las UEPs elegidas (hay espacio para inscribir hasta 10 UEPs). Las columnas 3,5,7, se usan para registrar los valores de la característica que se investiga de las UEPs seleccionadas, en día-1 de muestra, día-2 de muestra y día-3 de muestra, respectivamente. Las columnas 4,6,8, son columnas suplementarias que pueden usarse para registrar los valores de una segunda característica.
4b. Cálculo de los factores multiplicadores, RF	Los cálculos referentes a los factores globales deberán efectuarse a base de un día de muestra y dentro de cada sección del cuerpo de la hoja 02. Columna 11: En esta columna hay una pirámide de casillas en las cuales han de insertarse ciertos valores aritméticos, a saber: (a) En la casilla que está en la cúspide de la pirámide ($\frac{1}{p_i}$), ha de escribirse una fracción cuyo numerador indique el <u>número total</u> de UEPs en el estrato menor (véase <u>sección 17.3.2)</u>, siendo el denominador el <u>número total</u> de UEPs existentes en el sitio de pesca seleccionado (véase Formulario:Bo). (b) Las tres casillas que están en el medio de la pirámide se refieren a los tres días de muestra d_1, d_2, d_3. Para un día de muestra dado, hay que insertar en la casilla apropiada una fracción cuyo numerador indique el número total de <u>UEPs activas</u> que emplean el <u>procedimiento de pesca dado</u>, siendo el denominador el número de UEPs seleccionadas (véase formulario:B1) (c) Las tres casillas de la base de la pirámide se usan para estimar los factores multiplicadores globales, RF, dentro de los tres días de muestra (1), (2), (3). La estimación de los valores de RF constituye una operación mecánica, es decir, el valor del factor global del primer día de muestra viene dado por: "fracción de la casilla d_1" × "fracción de la casilla de cúspide"; el factor global del segundo día de muestra viene dado por: "fracción de la casilla d_2" × "fracción de la casilla de cúspide"; el factor correspondiente al tercer día de muestra viene dado por: "fracción de la casilla d_3" × "fracción de la casilla de cúspide".

4c. Cálculo de totales estimados	Para el cálculo de los totales estimados deberá seguirse el procedimiento que a continuación se indica: (a) En cada sección del cuerpo de la hoja 02, y dentro de los días de muestra respectivos, totalizar los valores de muestra de la característica de la encuesta. Los valores calculados deberán registrarse en las líneas que llevan las indicaciones T_1 y T_2. (b) Multiplicar los valores calculados (totales de muestras) por los factores respectivos, RF, e insertar los productos obtenidos en las líneas que llevan las indicaciones D_1 y D_2. (c) Sumar horizontalmente los productos calculados de los tres días e insertar los totales obtenidos en la columna 9 ó 10 respectivamente (recuérdese que las columnas 3,5,7,9 están reservadas para una característica y que las columnas 4,6,8,10 para otra). (d) Calcular verticalmente el promedio de los totales D_1 y D_2 $(\frac{D_1+D_2}{2})$, dentro de las columnas 9,10, e insertar los totales medios estimados en las casillas que llevan la indicación f. (e) Multiplicar los totales medios estimados por el respectivo factor de tiempo, c, e insertar los resultados obtenidos en las respectivas casillas que llevan la indicación g. Las magnitudes obtenidas son las estimaciones totales mensuales calculadas (mes lunar) de las características de la encuesta. Obsérvese: $c = \frac{\text{Número total de días en un mes lunar}}{\text{Número de días de muestra } (=3)}$

LISTA DE INFORMES TECNICOS

En las secciones A-D de la relación bibliográfica que sigue, figuran las obras del mismo autor (informes técnicos) hasta la fecha, sobre las aplicaciones de las técnicas de muestreo en las estadísticas pesqueras (aguas continentales). Pueden obtenerse copias de las mismas solicitándolas de la Sección de estadísticas pesqueras, Departamento de pesquerías, FAO/NU, Roma, Italia.

A. Estudios estadísticos (St.S.)

* 1. Sampling Techniques in Inland Fisheries with Special Reference to Volta Lake.
St.S./1, FIO/SF/GHA/10, May 1970

* 2. Frame Surveys at Volta Lake.
St.S./2, FIO/SF/GHA/10, March 1970

* 3. Yield Indices in Inland Fisheries with Special Reference to Volta Lake.
St.S./3, FIO/SF/GHA/10, September 1971

* 4. Recent Trends of the Yield Pattern of Volta Lake.
St.S./4, FIO/SF/GHA/533, October 1974

* 5. Frame Survey at Kainji Lake.
St.S./1, FIO/SF/NIR/24, January 1971

* 6. The Yield Pattern at Kainji Lake.
St.S./2, UNDP/SF/NIR/24, October 1972

* 7. Recent Trends in the Yield Pattern of Kainji Lake.
St.S./3, UNDP/SF/NIR/24, April 1974

* § 8. Analysis of the Results of Frame Surveys 2 and 3 at Kainji Lake.
St.S./4, UNDP/SF/NIR/24, April 1974

* 9. The Yield Pattern at Lake Nasser.
St.S./1, UNDP/SF/EGY/66/558, September 1972

* 10. Aerial Survey on the Lakes Malombe and Malawi.
Analysis of the Results of the Survey.
St.S./1, UNDP/SF/MLW/16, November 1972

** 11. The Improvement of the Fisheries Statistical System at Lake Kossou.
St.S./1, UNDP/SF/IVC/71/528, April 1973

** 12. Coverage Check Survey of the Aerial Survey at Lake Kossou (CCS-AS).
St.S./2, UNDP/SF/IVC/71/528, April 1973

* 13. The Improvement of the Fisheries Statistical System at Lake Tanganyika (Tanzania).
St.S./1, UNDP/SF/URT/71/012, May 1973

---

* Publicado sólo en Inglés

** Disponible en Francés

§ Será disponible pronto

* 14. The Present State of the Traditional Fishery of Lake Tanganyika (Tanzania) - Analysis of the Results of CAS.
St.S./2, UNDP/SF/URT/71/012, December 1975 (con Chapman)

* 15. Statistical Analysis of the Results of the Aerial Survey at Lake Victoria.
St.S./1, UNDP/SF/RAF/71/242, August 1973

* 16. The New Fisheries Statistical System for Zambia.
St.S./2, FIO/SF/ZAM/73/009, November 1975 (con Grant y Williams)

* 17. Revised Fisheries Time Series of the Natural Waters of Zambia.
St.S./3, FIO/SF/ZAM/009, December 1975 (con Grant y Williams)

* 18. Integrated Sampling Design of the Magdalena River Basin (Colombia).
St.S./1, COL/72/552, July 1975 (et al)

B. Eficiencia estadística (St.E.)

* 1. Efficiency of Different Sampling Methods for Large Scale Biological and Fishery Statistical Sample Surveys at Large African Lakes.
1. Cove-Rotenone Sample Survey at Kariba Lake.
St.E./1, UNDP/SF/ZAM/11, April 1972

* 2. Deck Sampling: An Assessment of a Pilot Trawling Survey on Lake Malawi (Malawi).
St.E./2, UNDP/SF/MLW/16, February 1973

* 3. The Statistical Efficiency of Echo Surveys with Special Reference to Lake Tanganyika.
St.E., FIPS/T139, April 1975

* 4. Indicators of Movement Useful to Problems of Biomass Estimation of Pelagic Stocks.
St.E., FIPS/T140, April 1975 (con Henderson)

C. Encuestas/Ensenañza de estadística pesquera (FSS.T.)

** 1. Training Courses on Fishery Statistical Surveys (Inland Waters).
FSS.T./1, UNDP/SF/ZAM/11, March 1973

** † 2. The Design of Fisheries Statistical Survey - Inland Waters.
Statistical Survey Design, FIPS/T133, May 1974

** † 3. Applied Fishery Statistics.
Statistical Methods, FIPS/T133, Nobember 1974

** † 4. Applied Fishery Statistics - Vectors and Matrices.
Elements of Matrix Theory, FIPS/T133,Suppl.1, October 1975

** Disponible en Francés

* Publicado sólo en Inglés

† Disponible en Español

D. Documento de trabajo

** 1. Variation in Catchability of Fish with AVB and BOZO Gillnets (Lake Kossou).
Report No.3, UNDP/SF/IVC/71/526, August 1973 (con Niaba y Frank)

** 2. A Qualitative Evaluation of the Present Statistical System (SS) - (Lake Kossou).
Report No.8, UNDP/SF/IVC/71/528, August 1973

** 3. Variations in Catchability of Fish with AVB and BOZO Gillnets (Lake Kossou): Analysis of the Results (Dry Season and in Coastal Areas).
Report No.18, UNDP/SF/IVC/71/526, April 1974 (con Niaba y Frank)

** 4. The Present State of the Fishery of Lake Kossou (Ivory Coast).
Report No.28, UNDP/SF/IVC/71/526, February 1975 (con Begin)

** 5. Variation in the Catchability of Fish with AVB and BOZO Gillnets, Lake Kossou (Ivory Coast).
Report No.29, UNDP/SF/IVC/71/526, June 1975

** 6. The Sampling Design of the Catch Assessment Survey (CAS), Lake Tanganyika (Tanzania).
Report No.1, UNDP/SF/URT/71/012, December 1973

** 7. An Assessment of the Present Status of the Fishery at Lake Tanganyika (Burundi) - (Traditional and Artisanal Fishery).
Working Paper No.1, UNDP/SF/BDI/70/508, September 1973

** 8. Yield Indices at Lake Tanganyika (Burundi).
Working Paper No.2, UNDP/SF/BDI/70/508, September 1973

** 9. Biological Sample Survey at Lake Tanganyika (Burundi): Statistical Analysis of Purse-seine Fishery Catches.
Working Paper No.3, UNDP/SF/BDI/70/508, September 1973

10. Analysis of the Current Echo Survey of Lake Tanganyika (Burundi).
Working Paper No.6, UNDP/SF/BDI/70, December 1975

11. The Present State of the Fishery of Lake Tanganyika.
Working Paper No.7, UNDP/SF/BDI/70, December 1975

** Disponible en Francés

DO: 11121

139419
158

Varystampa
VIA MONTE DEL GALLO 26/F TEL 630674